

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-137165

(P2000-137165A)

(43)公開日 平成12年5月16日(2000.5.16)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 2 B 15/20
13/16

識別記号

F I

G 0 2 B 15/20
13/16

テマコード(参考)
2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 6 O.L (全 20 頁)

(21)出願番号

特願平10-311852

(22)出願日

平成10年11月2日(1998.11.2)

(71)出願人 391044915

株式会社コシナ

長野県中野市大字吉田1081番地

(72)発明者 坂井 俊彦

長野県中野市大字七瀬73番地 株式会社コ

シナ内

(74)代理人 100075281

弁理士 小林 和憲

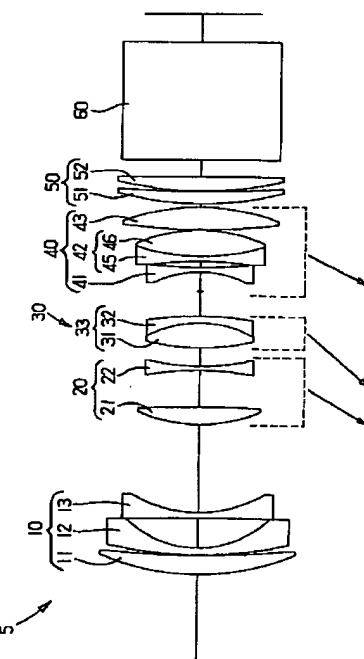
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 投映用ズームレンズ

(57)【要約】

【課題】 変倍に伴う諸収差の変動を抑えた投映用ズームレンズを提供する。

【解決手段】 ズームレンズ5は、負の屈折力の第1レンズ群10、正の屈折力の第2レンズ群20および第3レンズ群30、負の屈折力の第4レンズ群40、正の屈折力の第5レンズ群50の5群形式で構成される。変倍時には、第2レンズ群20、第3レンズ群30、第4レンズ群40が光軸上で移動される。第4レンズ群40は、スクリーン側より順に、負レンズ41、複合レンズ42、正レンズ43により構成される。負レンズ41は凹面をスクリーン側に向けた構成に、また正レンズ43は凸面を像面側に向けた構成にすることで、面間隔の変化に伴う第4レンズ群40の光線角度の変化量が小さくなり、変倍に伴う収差変動が抑えられる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】スクリーン側より順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群の5群形式で構成され、広角端側から望遠端側に向かって変倍を行う際には、前記第1レンズ群および第5レンズ群は固定され、前記第2レンズ群、第3レンズ群、および第4レンズ群を光軸上で相対的に移動させる投映用ズームレンズにおいて、

前記第4レンズ群が、スクリーン側より順に、凹面をスクリーン側に向けた負レンズと、凹面をスクリーン側に向けた負レンズと凸面を像面側に向けた正レンズとを接合してなる複合レンズと、凸面を像面側に向けた正レンズとから構成されることを特徴とする投映用ズームレンズ。

【請求項2】前記第4レンズ群中の最もスクリーン側に配置される負レンズの焦点距離を f_{41} 、前記複合レンズと正レンズとの合成焦点距離を f としたときに、
 $-3.0 < f_{41} / f_{41} < -1.2$

なる条件を満たすことを特徴とする請求項1記載の投映用ズームレンズ。

【請求項3】前記第2レンズ群は、スクリーン側より順に、正レンズと、負レンズとからなることを特徴とする請求項1または2記載の投映用ズームレンズ。

【請求項4】前記第5レンズ群は、複数枚の正レンズにより構成されることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の投映用ズームレンズ。

【請求項5】前記第4レンズ群中の最もスクリーン側に、複数枚の負レンズが並べて配置されることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の投映用ズームレンズ。

【請求項6】前記第4レンズ群中のスクリーン側より最後尾に、複数枚の正レンズが並べて配置されることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の投映用ズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フィルムやスライド、あるいは液晶表示器などに表示された像をスクリーンに拡大投映するためのプロジェクターに好適な投映用ズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】フィルムやスライド、あるいは液晶表示器などに表示された像をスクリーンに拡大投映するプロジェクターにおいては、投映用の光学系としてテレセントリックタイプのズームレンズが用いられている。投映用ズームレンズは、その変倍比が1.4程度となるよう構成されており、2群形式、3群形式、4群形式、あるいは5群形式のものが主流となっている。

【0003】図16は、従来の5群形式の投映用ズーム

10

レンズのレンズ構成を示すものである。ズームレンズ70は、スクリーン側より順に、負の屈折力の第1レンズ群71、正の屈折力の第2レンズ群72、正の屈折力の第3レンズ群73、負の屈折力の第4レンズ群74、正の屈折力の第5レンズ群75から構成される。第1レンズ群71および第5レンズ群75はその位置が固定されており、第2レンズ群72、第3レンズ群73、および第4レンズ群74を光軸上で相対的に移動させることで、広角端側から望遠端側に変倍が行われるようになっている。なお、第5レンズ群75の像面側には、合成プリズムとしての平行ガラス76が配置される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のズームレンズでは、一般に、第4レンズ群74の射出面77および第5レンズ群75の入射面78が、共に凹面状に形成されるため、変倍時の面間隔の変化に伴って光線角度が大きく変化しやすい。このため、変倍に伴う収差変動が大きく、変倍域の全域において諸収差のバランスを良好な状態に保つことが困難であった。

【0005】本発明は上記の事情を考慮してなされたもので、変倍に伴う諸収差の変動を抑えた投映用ズームレンズを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明のズームレンズは、第4レンズ群を、スクリーン側より順に、凹面をスクリーン側に向けた負レンズと、凹面をスクリーン側に向けた負レンズと凸面を像面側に向けた正レンズとを接合してなる複合レンズと、凸面を像面側に向けた正レンズとにより構成するものである。なお、第4レンズ群中で最もスクリーン側に配置される負レンズの焦点距離を f_{41} 、複合レンズと正レンズとの合成焦点距離を f としたときに、
 $-3.0 < f_{41} / f_{41} < -1.2$

なる条件を満たすようにするのがよい。

【0007】また、第2レンズ群を、スクリーン側より順に、正レンズと、負レンズとから構成するのがよい。また、第5レンズ群を、複数枚の正レンズにより構成するのがよい。

【0008】さらに、第4レンズ群中の最もスクリーン側に、複数枚の負レンズを並べて配置するのがよい。また、第4レンズ群中のスクリーン側より最後尾に、複数枚の正レンズを並べて配置するのがよい。

【0009】

【作用】本発明では、第4レンズ群の最もスクリーン側に、凹面をスクリーン側に向けた負レンズを、また最も像面側に、凸面を像面側に向けた正レンズを配置することにより、面間隔の変化に伴う第4レンズ群の入射及び射出光線角度の変化量が小さくなり、変倍に伴う収差変動が抑えられる。

【0010】また、条件式

50

$-3 < f_i / f_{i+1} < -1.2$

を満たすことにより、変倍に伴う像面湾曲の変動を抑え、諸収差のバランスを良好な状態に保つことができ。条件式の上限または下限のいずれかを越えると、第4レンズ群中の最もスクリーン側に位置する負レンズの屈折力と、スクリーン側より最後尾に位置する正レンズの屈折力とのバランスが崩れ、像面湾曲およびコマ収差が悪化する。

【0011】また、第2レンズ群を正レンズと負レンズとの2枚のレンズにより構成することで、この第2レンズ群の倍率の色収差の変動や、コマ収差を抑えることができる。また、最も像面側に位置する第5レンズ群を複数枚の正レンズにより構成することで、第5レンズ群中の正の屈折力を分散し、像面湾曲を緩和することができる。

【0012】また、第4レンズ群中の最もスクリーン側に、複数枚の負レンズを並べて配置することで、この第4レンズ群中の負の屈折力を分散し、像面湾曲および球面収差を抑えることができる。また、第4レンズ群中のスクリーン側より最後尾に、複数枚の正レンズを並べて配置することで、この第4レンズ群中の正の屈折力を分散し、像面湾曲を抑えることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の投映用ズームレンズのレンズ構成を示すものである。ズームレンズ5は、スクリーン側より順に、負の屈折力の第1レンズ群10、正の屈折力の第2レンズ群20、正の屈折力の第3レンズ群30、負の屈折力の第4レンズ群40、正の屈折力の第5レンズ群50の5群形式で構成されている。第5レンズ群50の像面側には合成プリズムとしての平行ガラス60が配置される。

【0014】ズームレンズ5では、第1レンズ群10および第5レンズ群50は、その位置が固定されており、広角端側から望遠端側に向かって変倍を行う際には、第2レンズ群20、第3レンズ群30、および第4レンズ群40が光軸上で相対的に移動される。なお、絞り位置

は第4レンズ群40と一体的に移動される。

【0015】

【実施例】「第1実施例」第1レンズ群10は、スクリーン側より順に、正レンズ11、負レンズ12、負レンズ13により構成される。第2レンズ群20は、正レンズ21と負レンズ22との2枚のレンズから構成される。第3レンズ群30は、両面が凸面の正レンズ31と凹面をスクリーン側に向けたメニスカス状の負レンズ32とを接合した複合レンズ33から構成される。

【0016】第4レンズ群40は、両面が凹面の負レンズ41と、両面が凹面の負レンズ45と両面が凸面の正レンズ46とを接合してなる複合レンズ42と、両面が凸面の正レンズ43とから構成される。この第4レンズ群40は、最もスクリーン側に2枚の負レンズ41、45が、またスクリーン側より最後尾には2枚の正レンズ46、43が並べて配置された構成となっている。

【0017】第5レンズ群50は、凸面をスクリーン側に向けたメニスカス状の正レンズ51と、両面が凸面の正レンズ52との2枚のレンズにより構成される。

【0018】第1実施例のズームレンズ5の仕様は次のとおりである。

$$f = 38.3 \text{ mm} \sim 49.2 \text{ mm}$$

$$f_{i+1} = -35.12 \text{ mm}$$

$$f_i = 61.47 \text{ mm}$$

$$F_{w0} = 1.7 \sim 2.0$$

【0019】上記データ中、 f は光学系全体での焦点距離、 f_{i+1} は第4レンズ群40中で最もスクリーン側に位置する負レンズ41の焦点距離、 f_i は第4レンズ群40中の複合レンズ42と正レンズ43との合成焦点距離、 F_{w0} はFナンバーを示している。

【0020】ズームレンズ5のレンズデータを次の表1に示す。なお、面番号*i*はスクリーン側から順に各レンズの面に付した番号で、面間隔Dは次の面との間のレンズ厚みあるいは空気空間を表している（単位はmm）。

【0021】

【表1】

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 D	屈折率 N	アッペ数 ν
1	72.800	5.54	1.80420	46.5
2	250.000	0.20		
3	119.010	2.00	1.48749	70.4
4	30.000	8.73		
5	-1215.000	1.60	1.48749	70.4
6	37.700	可変		
7	44.400	5.22	1.79950	42.3
8	-343.900	10.64		
9	- 90.600	1.30	1.48749	70.4
10	68.120	可変		
11	61.500	7.44	1.80420	46.5
12	- 32.350	1.92	1.84666	23.8
13	-104.466	可変		
14	絞り	6.00		
15	- 29.590	1.21	1.67270	32.2
16	123.600	1.94		
17	-107.000	1.50	1.84666	23.8
18	62.530	7.86	1.48749	70.4
19	- 45.304	0.20		
20	188.900	6.78	1.80420	46.5
21	- 62.428	可変		
22	92.000	3.65	1.83400	39.6
23	324.700	0.20		
24	106.700	4.10	1.84666	23.8
25	∞	5.00		
26	∞	34.50	1.51680	64.2
27	∞	8.49		
28	像面			

【0022】また、焦点距離 f を 38.3 mm, 43.40 mm, 49.2 mm にしたとき、第1レンズ群 10 と第2レンズ群 20 との面間隔 D6, 第2レンズ群 20 と第3レンズ群 30 との面間隔 D10, 第3レンズ群 30 と絞りとの面間隔 D13, および第4レンズ群 40 と第5レンズ群 50 との面間隔 D21 は、それぞれ次の表2 に示したように変化する。

【0023】

【表2】

		焦点距離 f		
		38.3	43.9	49.2
面 間 隔	D6	26.080	20.276	16.210
	D10	5.402	3.677	1.500
	D13	7.489	10.594	13.694
	D21	1.000	5.423	8.567

【0024】また、本発明のズームレンズの特徴値である「 f_s / f_{s1} 」の値は、

$$f_s / f_{s1} = 61.47 / (-35.12) \approx -1.75$$

であり、条件式

$$-3.0 < f_s / f_{s1} < -1.2$$

を満たしている。

【0025】ズームレンズ5の広角端での収差図を図2および図3に、また望遠端での収差図を図4および図5に示す。なお、図2および図4の各々において(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差を表している。図2および図4中(B)の非点収差図における符号S, Tは、それぞれ球欠的像面、子午的像面に対する収差を表す。また、図3および図5は横収差図であり、図中(A), (B), (C), (D), (E)は、それぞれ像高比(1.00), (0.90),

(0.70), (0.50), および(0.00)における収差を表す。

【0026】『第2実施例』図6は、本発明の投映用ズームレンズの第2構成例を示すものであり、図中の符号は図1に示したズームレンズ5と共通に用いた。第2実施例のズームレンズ6では、第5レンズ群50が、両面が凸面の正レンズ52のみにより構成されている。このズームレンズ6の仕様は次のとおりである。

$$[0027] f = 37.0 \text{ mm} \sim 55.0 \text{ mm}$$

$$f_{s1} = -30.86 \text{ mm}$$

$$f_s = 49.16 \text{ mm}$$

$$F_{w0} = 2.0 \sim 2.6$$

【0028】第2実施例のズームレンズ6のレンズデータを表3に示す。

【0029】

【表3】

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 D	屈折率 N	アッペ数 ν
1	106.130	5.250	1.69680	55.5
2	-305.000	0.300		
3	90.000	1.700	1.48749	70.4
4	25.473	11.303		
5	-44.480	1.600	1.48749	70.4
6	113.520	可変		
7	58.000	4.420	1.83400	37.3
8	-87.341	0.519		
9	-58.600	1.600	1.54072	47.2
10	∞	可変		
11	71.850	4.520	1.77250	49.6
12	-48.190	1.600	1.84666	23.8
13	-138.000	可変		
14	絞り	9.362		
15	-33.758	1.600	1.75520	27.5
16	76.791	2.361		
17	-79.000	1.600	1.84666	23.8
18	46.750	7.670	1.69680	55.5
19	-46.750	0.200		
20	145.000	6.550	1.77250	49.6
21	-63.822	可変		
22	84.497	6.110	1.84666	23.8
23	-175.000	5.000		
24	∞	33.41	1.51680	64.2
25	∞	9.241		
26	像面			

【0030】また、焦点距離 f を 37.0 mm, 43.

9 mm, 55.0 mm にしたとき、第1レンズ群 10 と

第2レンズ群 20 との面間隔 D 6, 第2レンズ群 20 と

第3レンズ群 30 との面間隔 D 10, 第3レンズ群 30

と絞りとの面間隔 D 13, および第4レンズ群 40 と第

5レンズ群 50 との面間隔 D 21 は、それぞれ表4に示

したように変化する。

【0031】

【表4】

		焦点距離 f		
		37.0	43.9	55.0
面 間 隔	D6	15.507	9.782	4.224
	D10	12.726	9.283	2.000
	D13	8.860	14.084	21.883
	D21	1.000	4.952	9.997

【0032】ズームレンズ6の特徴値は、
 $f_e/f_{e1} = 49.16/(-30.86) = -1.59$

であり、条件式
 $-3.0 < f_e/f_{e1} < -1.2$

を満たしている。

【0033】ズームレンズ6の広角端における収差図を図7および図8に、また望遠端における収差図を図9および図10に示す。

【0034】「第3実施例」図11は、本発明の投映用ズームレンズの第3構成例を示すものであり、図中の符号は図1および図6に示したズームレンズ5、6と共に用いた。この第3実施例のズームレンズ7では、ズームレンズ5、6に示した負レンズ13に代えて、第1レンズ群10中のスクリーン側より最後尾に、負の屈折力

を有し、両面が凹面の負レンズ15と凸面をスクリーン側に向けたメニスカス状の正レンズ16とを接合してなる複合レンズ17が配置されている。また第5レンズ群50が、両面が凸面の正レンズ52のみにより構成されている。

【0035】第3実施例のズームレンズ7の仕様は次のとおりである。

【0036】 $f = 38.0\text{mm} \sim 49.2\text{mm}$
 $f_{e1} = -38.11\text{mm}$

$f_e = 62.48\text{mm}$
 $F_{w0} = 2.0 \sim 2.4$

【0037】ズームレンズ7のレンズデータを表5に示す。

【0038】

【表5】

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 D	屈折率 N	アッペ数 ν
1	79.526	5.097	1.80420	46.5
2	-3479.390	0.200		
3	75.043	2.292	1.48749	70.4
4	22.126	13.577		
5	-37.742	2.500	1.48749	70.4
6	37.511	3.192	1.83400	37.3
7	101.146	可変		
8	76.246	5.612	1.80420	46.5
9	-44.424	0.191		
10	-40.259	1.200	1.84666	23.8
11	-89.366	可変		
12	116.597	4.944	1.71300	53.9
13	-31.579	1.200	1.60342	38.0
14	-275.839	可変		
15	絞り	5.103		
16	-34.237	2.846	1.62004	36.3
17	78.692	3.135		
18	-71.013	1.300	1.84666	23.8
19	176.249	6.716	1.60311	60.7
20	-42.232	0.200		
21	531.468	5.293	1.80420	46.5
22	-67.702	可変		
23	62.182	6.306	1.83400	37.3
24	-424.450	5.000		
25	∞	30.000	1.51680	64.2
26	∞	10.027		
27	像面			

【0039】また、焦点距離 f を 38.0 mm, 43.

6 mm, 49.2 mm にしたとき、第1レンズ群 10 と

第2レンズ群 20 との面間隔 D 7, 第2レンズ群 20 と

第3レンズ群 30 との面間隔 D 11, 第3レンズ群 30

と絞りとの面間隔 D 14, および第4レンズ群 40 と第

5レンズ群 50 との面間隔 D 22 は、それぞれ表 6 に示

したように変化する。

【0040】

【表 6】

		焦 点 距 離 f		
		38.0	43.6	49.2
面 間 隔	D7	13.764	8.013	3.500
	D11	11.699	10.383	8.663
	D14	7.633	11.378	15.530
	D22	1.000	4.323	6.404

【0041】ズームレンズ7の特徴値は、
 $f_w/f_{w1} = 62.48/(-38.11) = -1.64$
 であり、条件式
 $-3.0 < f_w/f_{w1} < -1.2$
 を満たしている。

【0042】ズームレンズ7の広角端における収差図を図12および図13に、望遠端における収差図を図14および図15に示す。

【0043】
 【発明の効果】以上のように本発明のズームレンズによれば、第4レンズ群の射出面と第5レンズ群の入射面とが共に凸面状に構成されるので、これらの面間隔の変化に伴う光線角度の変化量が小さくなり、変倍に伴う収差変動が抑えられる。また、第4レンズ群を構成する各レンズの焦点距離を調整することで、第4レンズ群中の正の屈折力と負の屈折力とのバランスが保たれて、変倍に伴う像面湾曲の変動が抑えられ、諸収差のバランスが良好な状態に保持される。

【0044】また、第2レンズ群を2枚のレンズにより構成することで、この第2レンズ群の倍率の色収差の変動や、コマ収差が抑えられる。さらに、最も像面側に位置する第5レンズ群を複数枚の正レンズにより構成することで、第5レンズ群中の正の屈折力が分散され、像面湾曲が緩和される。

【0045】また、第4レンズ群中の最もスクリーン側に、複数枚の負レンズを並べて配置することで、第4レンズ群中の負の屈折力が分散されて像面湾曲および球面収差が抑えられる。また、第4レンズ群中のスクリーン側より最後尾に、複数枚の正レンズを並べて配置することで、第4レンズ群中の正の屈折力が分散され、像面湾曲が抑えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の投映用ズームレンズの第1実施例を示すレンズ構成図である。

【図2】図1に示したズームレンズの広角端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図3】図1に示したズームレンズの広角端における横収差図であり、(A)は像高比1.00における収差

を、(B)は像高比0.90における収差を、(C)は像高比0.70における収差を、(D)は像高比0.50における収差を、(E)は像高比0.00における収差をそれぞれ表している。

【図4】図1に示したズームレンズの望遠端における収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図5】図1に示したズームレンズの望遠端における横収差図であり、(A)は像高比1.00における収差を、(B)は像高比0.90における収差を、(C)は像高比0.70における収差を、(D)は像高比0.50における収差を、(E)は像高比0.00における収差をそれぞれ表している。

【図6】本発明の投映用ズームレンズの第2実施例を示すレンズ構成図である。

【図7】図6に示したズームレンズの広角端における収差図である。

【図8】図6に示したズームレンズの広角端における横収差図である。

【図9】図6に示したズームレンズの望遠端における収差図である。

【図10】図6に示したズームレンズの望遠端における横収差図である。

【図11】本発明の投映用ズームレンズの第3実施例を示すレンズ構成図である。

【図12】図1に示したズームレンズの広角端における収差図である。

【図13】図1に示したズームレンズの広角端における横収差図である。

【図14】図1に示したズームレンズの望遠端における収差図である。

【図15】図1に示したズームレンズの望遠端における横収差図である。

【図16】従来の5群形式の投映用ズームレンズを示すレンズ構成図である。

【符号の説明】

5, 6, 7, 70 ズームレンズ

10, 71 第1レンズ群

20, 72 第2レンズ群

30, 73 第3レンズ群

50

(10)

特開2000-137165

17

18

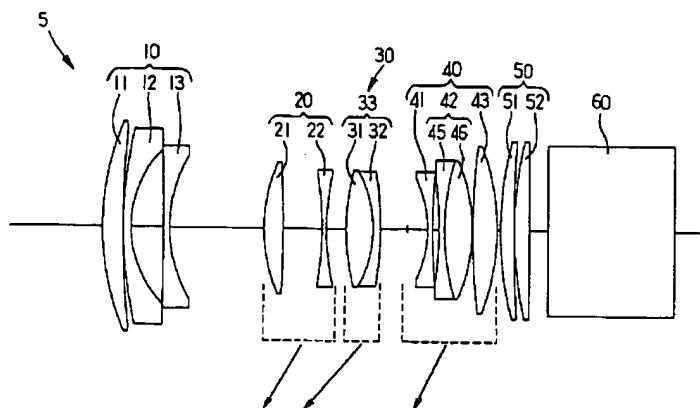
40, 74 第4レンズ群

* 60, 76 平行ガラス

50, 75 第5レンズ群

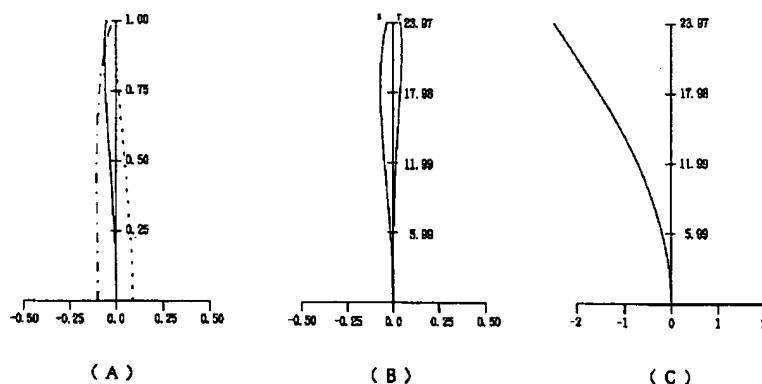
*

【図1】

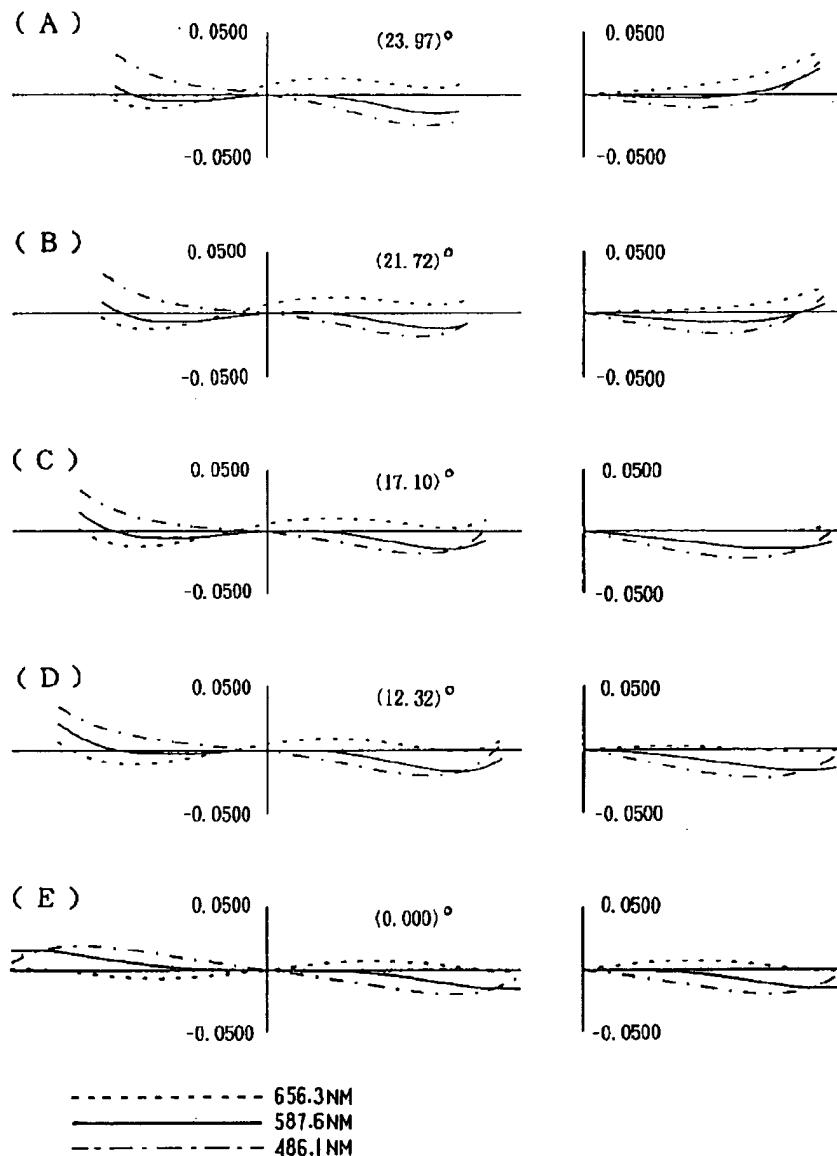


【図2】

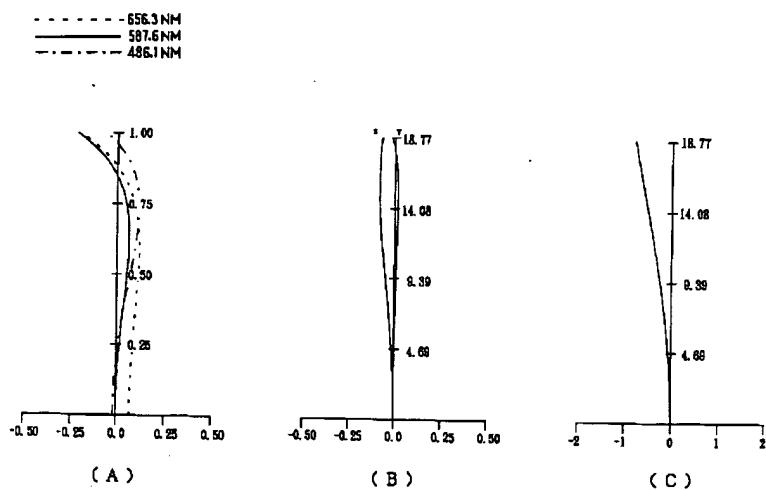
- - - - 656.3NM
 - - - - 587.6NM
 - - - - 486.1NM



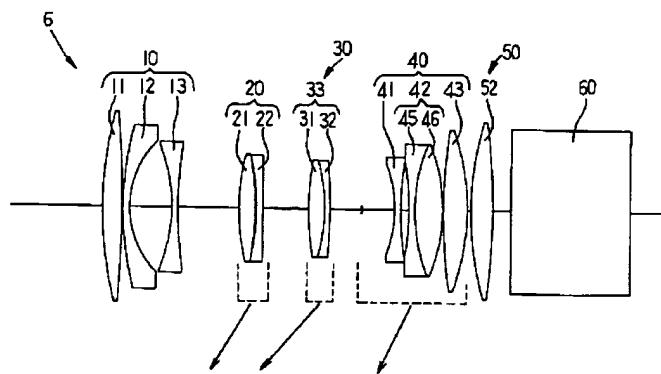
【図3】



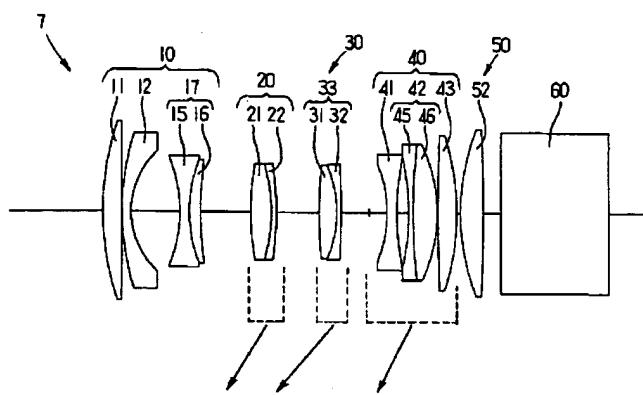
【図4】



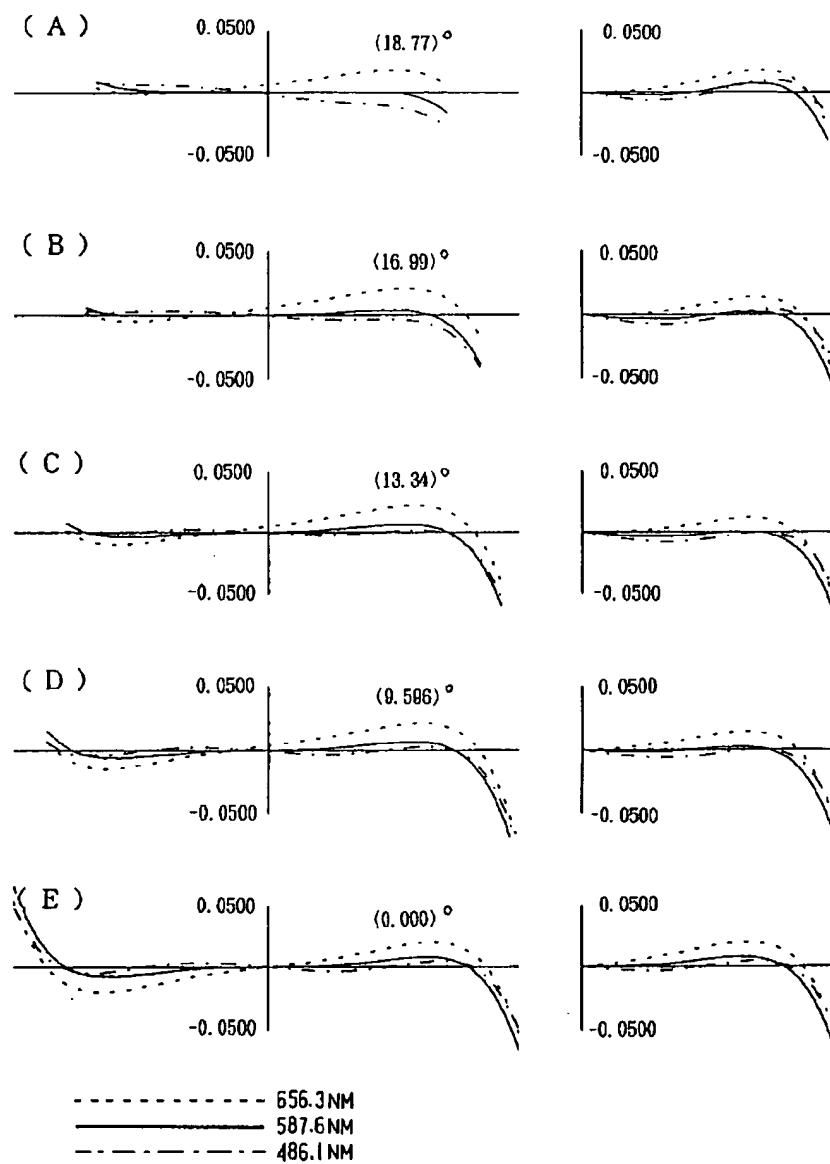
【図6】



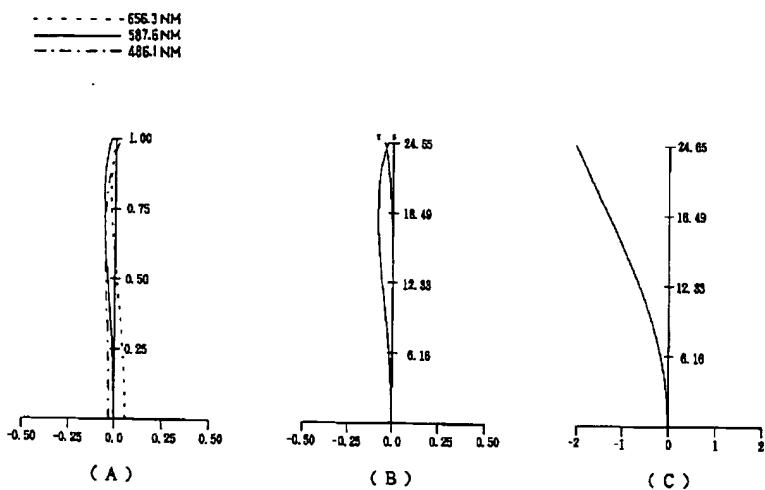
【図11】



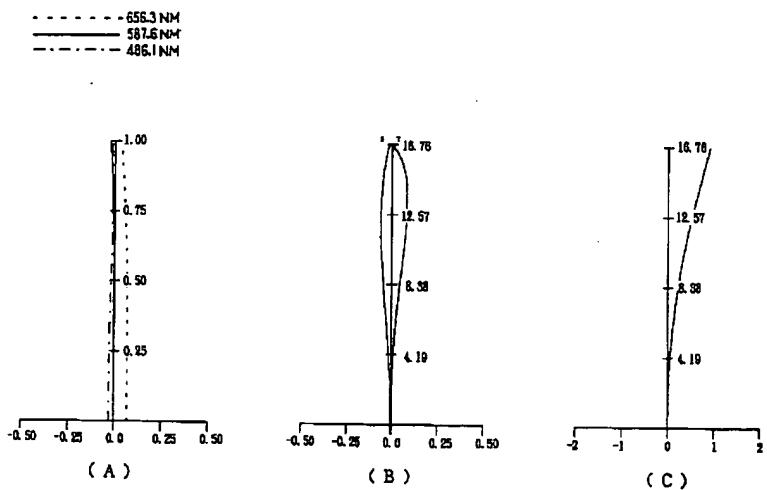
【図5】



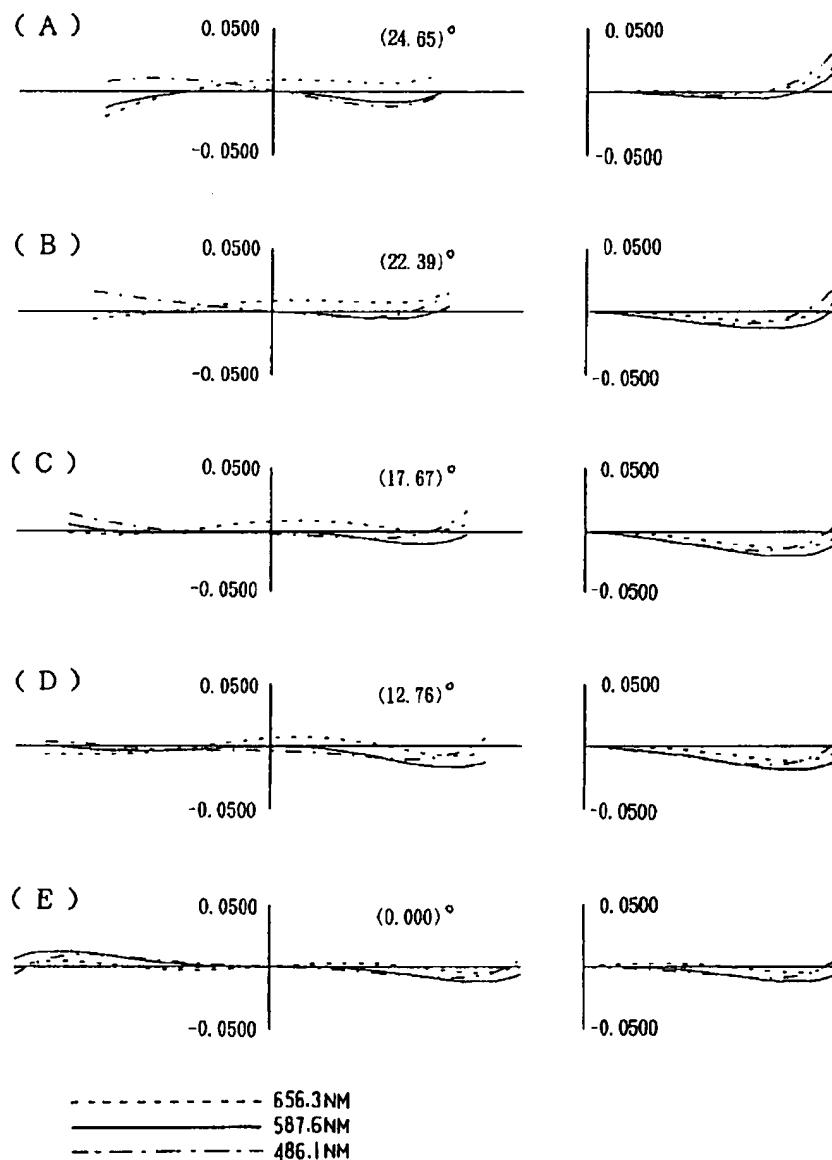
【図7】



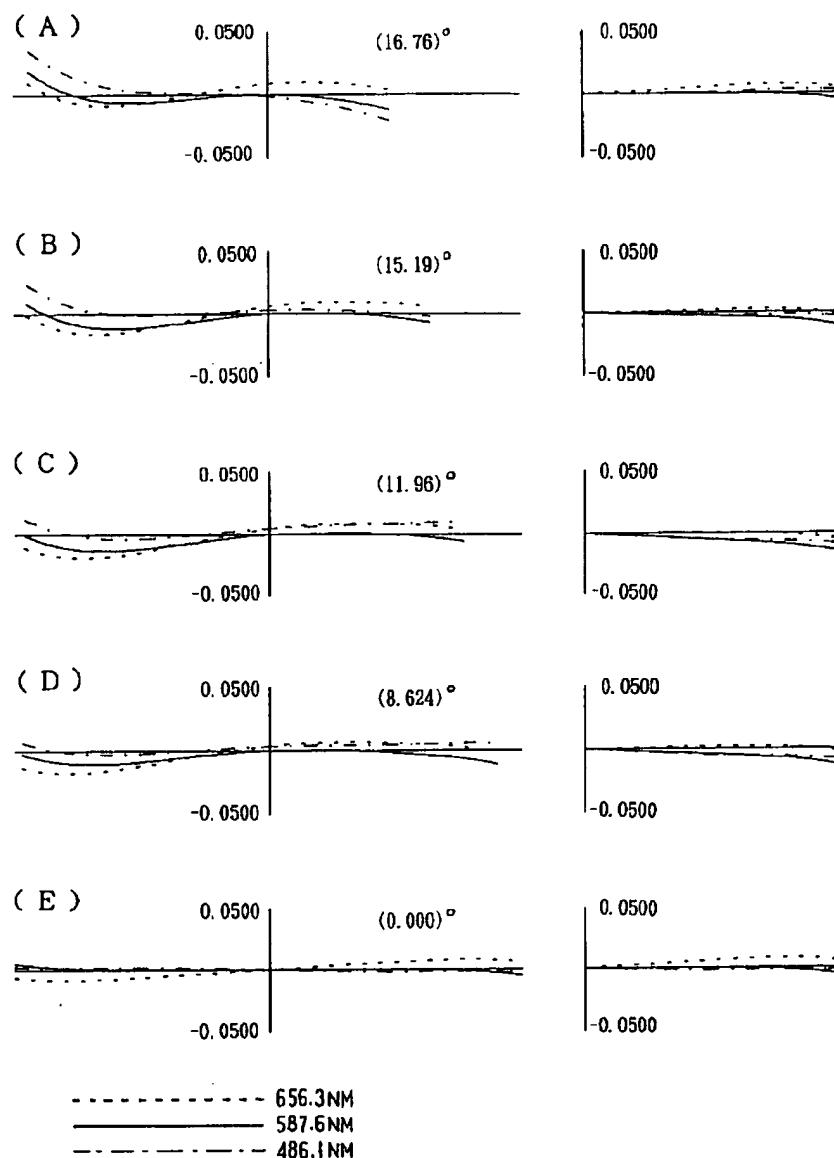
【図9】



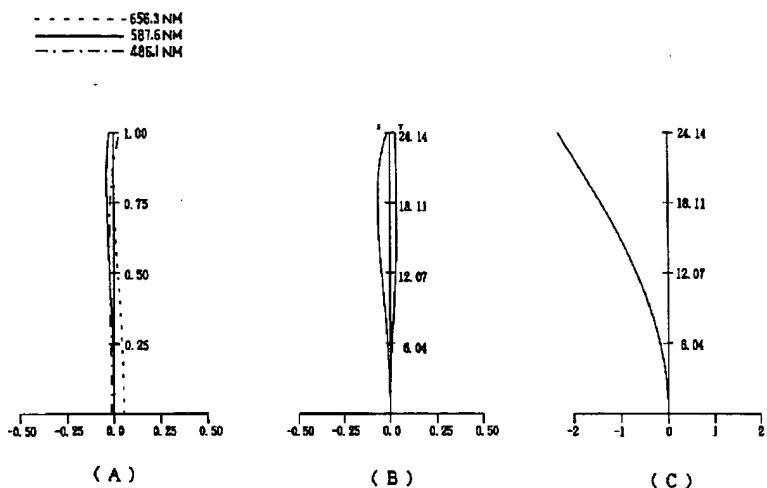
【図8】



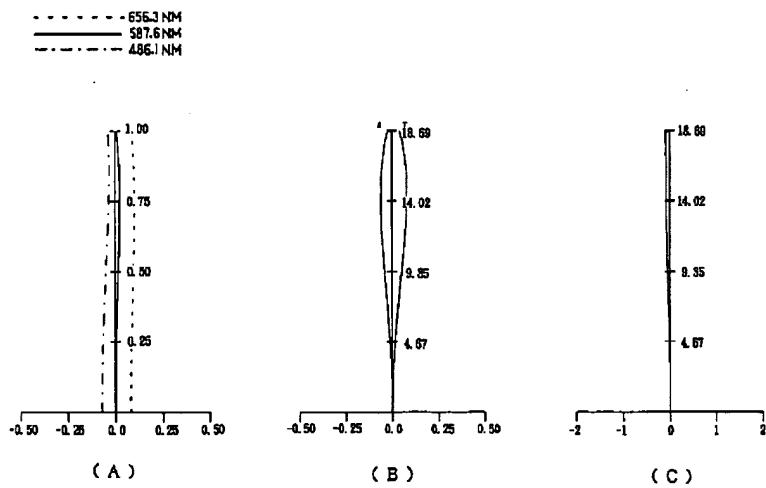
【図10】



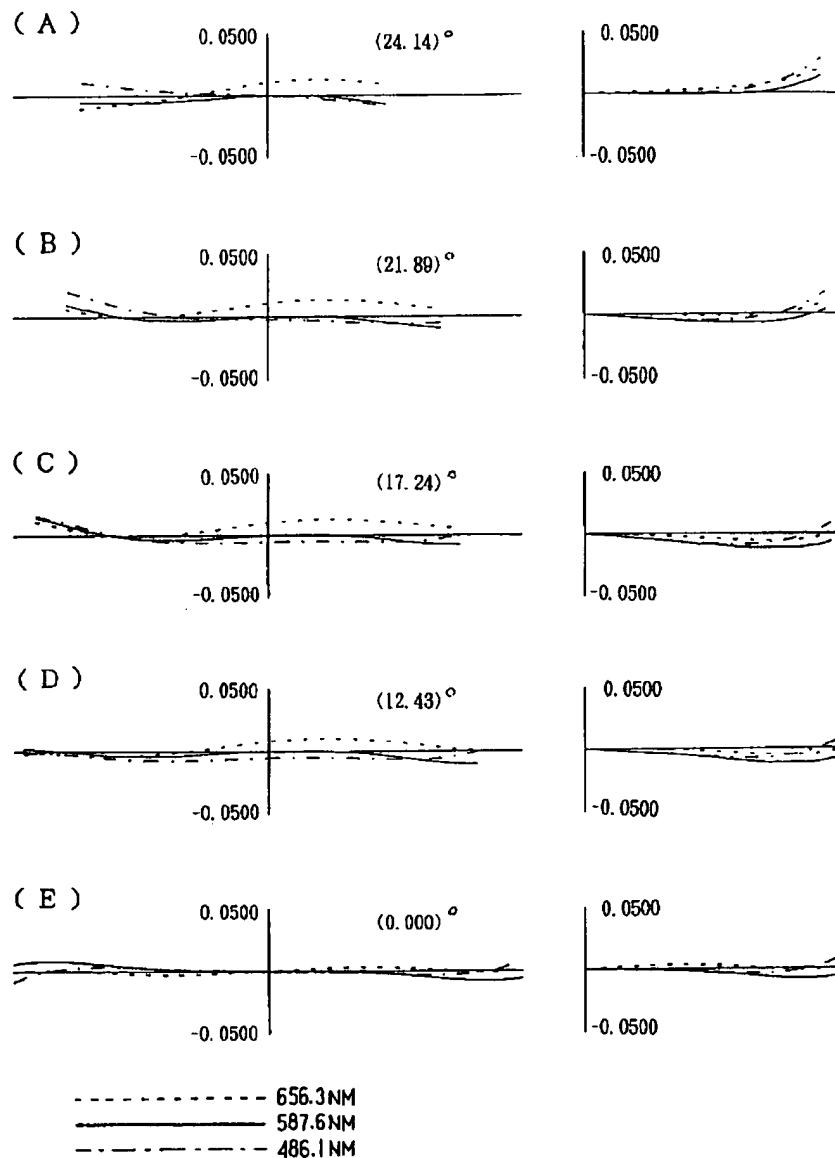
【図12】



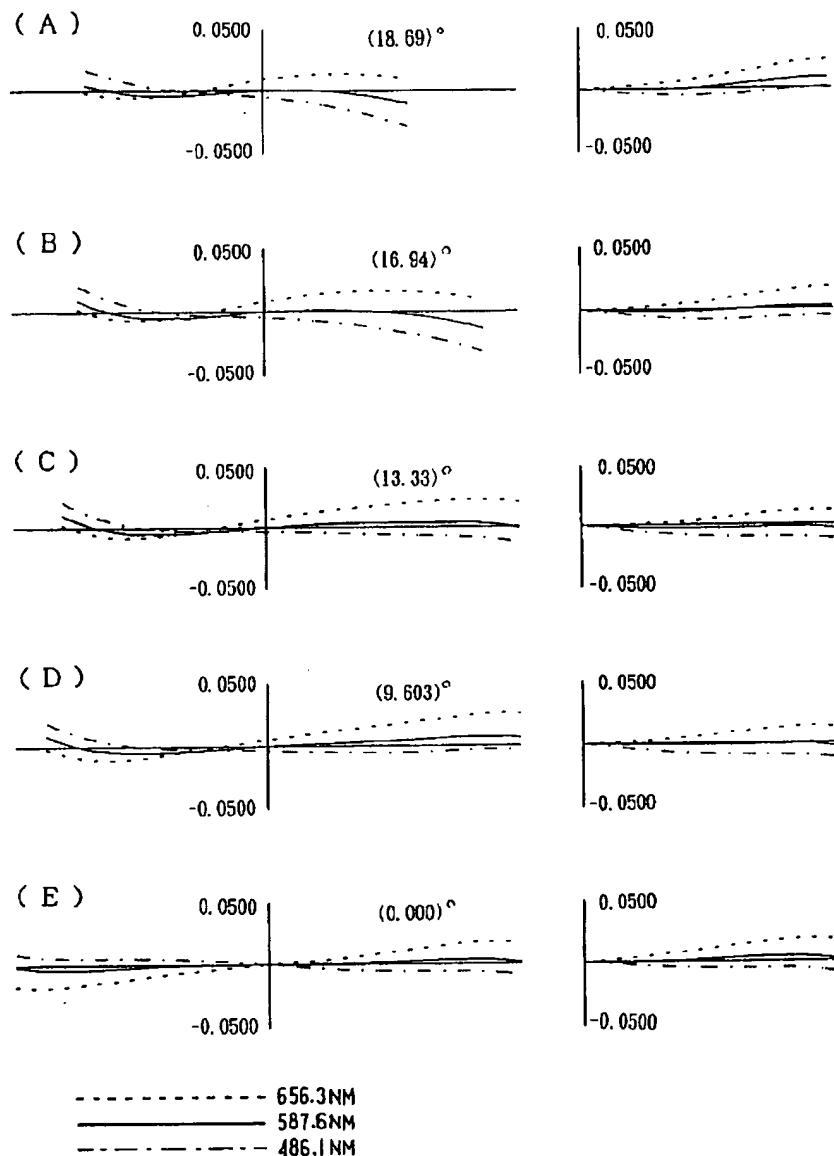
【図14】



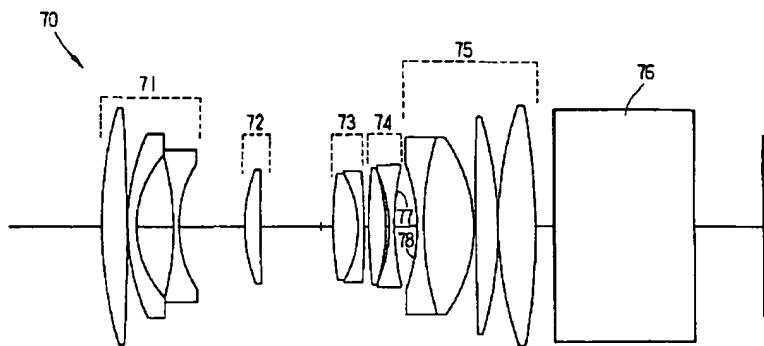
【図13】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA06 LA01 PA10 PA11 PA19
PA20 PB12 PB13 QA02 QA05
QA12 QA14 QA22 QA26 QA33
QA34 QA41 QA45 SA44 SA46
SA49 SA53 SA55 SA63 SA64
SA65 SA72 SA76 SB04 SB05
SB13 SB23 SB35 SB42 SB43

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2000-137165

(43) Date of publication of application : 16.05.2000

(51) Int.Cl.

G02B 15/20
G02B 13/16

(21) Application number : 10-311852

(71) Applicant : COSINA CO LTD

(22) Date of filing : 02.11.1998

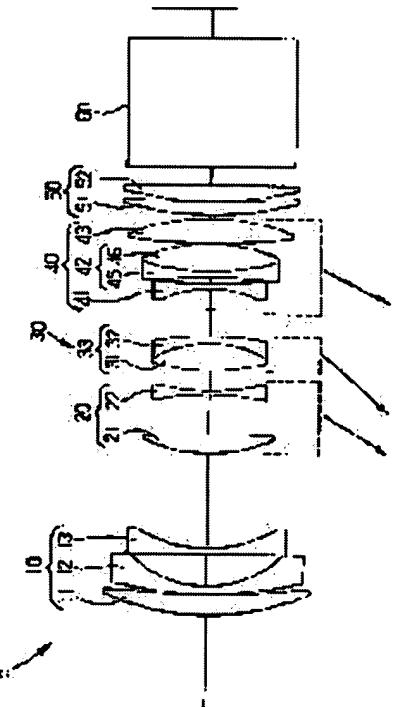
(72) Inventor : SAKAI TOSHIHIKO

(54) ZOOM LENS FOR PROJECTION

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a zoom lens for projection where the fluctuation of various aberrations accompanying varying the power is restrained.

SOLUTION: The zoom lens 5 is constituted of five-group system, that is, a 1st lens group 10 having negative refractive power, 2nd and 3rd lens groups 20 and 30 having positive refractive power, a 4th lens group 40 having negative refractive power and a 5th lens group 50 having positive refractive power. In the case of performing variable power, the 2nd, the 3rd and the 4th lens groups 20, 30 and 40 are moved on an optical axis. The 4th lens group 40 is constituted of a negative lens 41, a compound lens 42 and a positive lens 43 in order from a screen side. The negative lens 41 is constituted so that its concave surface may face to the screen side, and the positive lens 43 is constituted so that its convex surface may face to an image surface side, thereby, the variation of the light beam angle of the 4th lens group 40 associated with the change of spacing is made small, and the fluctuation of the aberration accompanying varying the power is restrained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

***.NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to the suitable zoom lens for projection for the projector for carrying out amplification projection of the image displayed on the film, a slide or a liquid crystal display, etc. at a screen.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the projector which carries out amplification projection, the tele cent rucksack type zoom lens is used for the screen as optical system for projection in the image displayed on the film, a slide or a liquid crystal display, etc. The zoom lens for projection is constituted so that the variable power ratio may become about 1.4, and 2 group formats, 3 group formats, 4 group formats, or its 5 group formats are in use.

[0003] Drawing 16 shows the lens configuration of the zoom lens for projection of 5 conventional group formats. A zoom lens 70 consists of the 1st lens group 71 of negative refractive power, the 2nd lens group 72 of forward refractive power, a 3rd lens group 73 of forward refractive power, a 4th lens group 74 of negative refractive power, and a 5th lens group 75 of forward refractive power in order [side / screen]. As for the 1st lens group 71 and the 5th lens group 75, the location is being fixed, and variable power is performed to a tele edge side from wide angle one end by moving relatively the 2nd lens group 72, the 3rd lens group 73, and the 4th lens group 74 on an optical axis. In addition, the parallel glass 76 as synthetic prism is arranged at the image surface side of the 5th lens group 75.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] With both the conventional zoom lenses, generally, since the injection side 77 of the 4th lens group 74 and the plane of incidence 78 of the 5th lens group 75 are formed in the shape of a concave surface, a beam-of-light include angle tends to change a lot with change of the spacing at the time of variable power. For this reason, the aberration fluctuation accompanying variable power was large, and it was difficult to maintain the balance of many aberration at a good condition in the whole region of a variable power region.

[0005] This invention was made in consideration of the above-mentioned situation, and aims at offering the zoom lens for projection which suppressed fluctuation of many aberration in accordance with variable power.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, the compound lens which comes to join the negative lens which turned the concave surface to the screen side for the 4th lens group in order [side / screen], and the negative lens which turned the concave surface to the screen side and the positive lens which turned the convex to the image surface side, and the positive lens which turned the convex to the image surface side constitute the zoom lens of this invention. in addition, the focal distance of the negative lens most arranged in the 4th lens group at a screen side -- the synthetic focal distance of f_{41} , a compound lens, and a positive lens -- f_a ** -- the time of carrying out $-3.0 < f_a / f_{41} < -1.2$ -- it is good to fulfill conditions.

[0007] Moreover, it is good to constitute the 2nd lens group from a positive lens and a negative lens in order [side / screen]. Moreover, it is good for two or more positive lenses to constitute the 5th lens group.

[0008] Furthermore, it is best to arrange two or more negative lenses side by side to a screen side in the 4th lens group. Moreover, it is better than the screen side in the 4th lens group to arrange two or more positive lenses side by side to the tail end.

[0009]

[Function] In this invention, by arranging the positive lens which turned to the image surface side most the negative lens of the 4th lens group which turned the concave surface to the screen side, and turned the convex to the screen side most again at the image surface side, the incidence of the 4th lens group accompanying change of a spacing and the variation of a injection beam-of-light include angle become small, and the aberration fluctuation accompanying variable power is suppressed.

[0010] Moreover, by filling conditional-expression-3.0<fa/f41<-1.2, fluctuation of the curvature of field accompanying variable power can be suppressed, and the balance of many aberration can be maintained at a good condition. If either the upper limit of conditional expression or a minimum is exceeded, the balance of the refractive power of the negative lens in the 4th lens group most located in a screen side and the refractive power of the positive lens located in the tail end from a screen side will collapse, and a curvature of field and comatic aberration will get worse.

[0011] Moreover, fluctuation of the chromatic aberration of the scale factor of this 2nd lens group and comatic aberration can be suppressed with constituting the 2nd lens group with two lenses of a positive lens and a negative lens. Moreover, with constituting the 5th lens group most located in an image surface side with two or more positive lenses, the forward refractive power in the 5th lens group can be distributed, and a curvature of field can be eased.

[0012] Moreover, most, by the thing in the 4th lens group for which two or more negative lenses are arranged side by side to a screen side, the negative refractive power in this 4th lens group can be distributed, and a curvature of field and spherical aberration can be suppressed. Moreover, from the screen side in the 4th lens group, by arranging two or more positive lenses side by side to the tail end, the forward refractive power in this 4th lens group can be distributed, and a curvature of field can be stopped.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 shows the lens configuration of the zoom lens for projection of this invention. The zoom lens 5 consists of 5 group formats of the 1st lens group 10 of negative refractive power, the 2nd lens group 20 of forward refractive power, the 3rd lens group 30 of forward refractive power, the 4th lens group 40 of negative refractive power, and the 5th lens group 50 of forward refractive power in order [side / screen]. The parallel glass 60 as synthetic prism is arranged at the image surface side of the 5th lens group 50.

[0014] With a zoom lens 5, in case the location is being fixed and the 1st lens group 10 and the 5th lens group 50 perform variable power toward a tele edge side from wide angle one end, the 2nd lens group 20, the 3rd lens group 30, and the 4th lens group 40 are relatively moved on an optical axis. In addition, a drawing location is moved in one with the 4th lens group 40.

[0015]

[Example] The 1st lens group 10 of "the 1st example" is constituted from a screen side by a positive lens 11, a negative lens 12, and the negative lens 13 in order. The 2nd lens group 20 consists of two lenses of a positive lens 21 and a negative lens 22. The 3rd lens group 30 consists of compound lenses 33 to which both sides joined the convex positive lens 31 and the negative lens 32 of the shape of a meniscus which turned the concave surface to the screen side.

[0016] As for the 4th lens group 40, the compound lens 42 with which the concave negative lens 45 and both sides come for both sides to join [both sides] the convex positive lens 46 to the concave negative lens 41, and both sides consist of convex positive lenses 43. This 4th lens group 40 is on the screen side most with the configuration that two positive lenses 46 and 43 arranged in the tail end from the screen side, and two negative lenses 41 and 45 have been arranged again.

[0017] The meniscus-like positive lens 51 with which the 5th lens group 50 turned the convex to the screen side, and both sides are constituted by two lenses with the convex positive lens 52.

[0018] The specification of the zoom lens 5 of the 1st example is as follows.

$f = 38.3\text{mm} - 49.2\text{mm}$
 $f41 = -35.12\text{mm}$
 $fa = 61.47\text{mm}$
 $FNO = 1.7 - 2.0$

[0019] They are the focal distance of the negative lens 41 with which f is located in the focal distance in the whole optical system in the 4th lens group 40 among the above-mentioned data, and $f41$ is most located in a screen side, and fa . The synthetic focal distance of the compound lens 42 in the 4th lens group 40 and a positive lens 43 and FNO show the f number.

[0020] The lens data of a zoom lens 5 are shown in the following table 1. In addition, the field number i is a number given to the field of each lens sequentially from the screen side, and Spacing D expresses Hazama's lens thickness or air space with the next field (a unit is mm).

[0021]

[A table 1]

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 D	屈折率 N	アッペ数 ν
1	72.800	5.54	1.80420	46.5
2	250.000	0.20		
3	119.010	2.00	1.48749	70.4
4	30.000	8.73		
5	-1215.000	1.60	1.48749	70.4
6	37.700	可変		
7	44.400	5.22	1.79950	42.3
8	-343.900	10.64		
9	- 90.600	1.30	1.48749	70.4
10	68.120	可変		
11	61.500	7.44	1.80420	46.5
12	- 32.350	1.92	1.84666	23.8
13	-104.466	可変		
14	絞り	6.00		
15	- 29.590	1.21	1.67270	32.2
16	123.600	1.94		
17	-107.000	1.50	1.84666	23.8
18	62.530	7.86	1.48749	70.4
19	- 45.304	0.20		
20	188.900	6.78	1.80420	46.5
21	- 62.428	可変		
22	92.000	3.65	1.83400	39.6
23	324.700	0.20		
24	106.700	4.10	1.84666	23.8
25	∞	5.00		
26	∞	34.50	1.51680	64.2
27	∞	8.49		
28	像面			

[0022] Moreover, when a focal distance f is set to 38.3mm, 43.9mm, and 49.2mm, the spacing D6 of the 1st lens group 10 and the 2nd lens group 20, the spacing D10 of the 2nd lens group 20 and the 3rd lens group 30, the spacing D13 of the 3rd lens group 30 and drawing, and the spacing D21 of the 4th lens group 40 and the 5th lens group 50 change, as shown in the following table 2, respectively.

[0023]

[A table 2]

		焦 点 距 離 f		
		3 8. 3	4 3. 9	4 9. 2
面	D 6	2 6. 0 8 0	2 0. 2 7 6	1 6. 2 1 0
間	D 1 0	5. 4 0 2	3. 6 7 7	1. 5 0 0
隔	D 1 3	7. 4 8 9	1 0. 5 9 4	1 3. 6 9 4
	D 2 1	1. 0 0 0	5. 4 2 3	8. 5 6 7

[0024] moreover, the value of "fa / f41" which is the description value of the zoom lens of this invention -- fa / f41 = 61.47/(-35.12) ** -1.75 -- it is -- conditional expression -3.0 -- < -- fa / f41 < -1.2 is filled.

[0025] Aberration drawing in the wide angle edge of a zoom lens 5 is shown in drawing 2 and drawing 3 , and aberration drawing in a tele edge is shown in drawing 4 and drawing 5 . In addition, in each of drawing 2 and drawing 4 , in (A), (B) expresses astigmatism and (C) expresses distortion aberration for spherical aberration. The signs S and T in astigmatism drawing of (B) express the aberration over a sagittal image surface and the tangential image surface among drawing 2 and drawing 4 , respectively. Moreover, drawing 3 and drawing 5 are transverse aberration drawings, and (A), (B), (C), (D), and (E) express among drawing an image quantity ratio (1.00), (0.90), (0.70), (0.50), and (0.00) the aberration that can be set, respectively.

[0026] "2nd example" drawing 6 shows the example of the 2nd configuration of the zoom lens for projection of this invention, and the sign in drawing was used in common with the zoom lens 5 shown in drawing 1 . Both sides are constituted for the 5th lens group 50 from the zoom lens 6 of the 2nd example by only the convex positive lens 52. The specification of this zoom lens 6 is as follows.

[0027] $f = 37.0\text{mm} - 55.0\text{mm}$ $f41 = -30.86\text{mm}$ $fa = 49.16\text{mm}$ $FNO = 2.0 - 2.6$ [0028] The lens data of the zoom lens 6 of the 2nd example are shown in a table 3.

[0029]

[A table 3]

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 D	屈折率 N	アッペ数 ν
1	106.130	5.250	1.69680	55.5
2	-305.000	0.300		
3	90.000	1.700	1.48749	70.4
4	25.473	11.303		
5	-44.480	1.600	1.48749	70.4
6	113.520	可変		
7	58.000	4.420	1.83400	37.3
8	-87.341	0.519		
9	-58.600	1.600	1.54072	47.2
10	∞	可変		
11	71.850	4.520	1.77250	49.6
12	-48.190	1.600	1.84666	23.8
13	-138.000	可変		
14	絞り	9.362		
15	-33.758	1.600	1.75520	27.5
16	76.791	2.361		
17	-79.000	1.600	1.84666	23.8
18	46.750	7.670	1.69680	55.5
19	-46.750	0.200		
20	145.000	6.550	1.77250	49.6
21	-63.822	可変		
22	84.497	6.110	1.84666	23.8
23	-175.000	5.000		
24	∞	33.41	1.51680	64.2
25	∞	9.241		
26	像面			

[0030] Moreover, when a focal distance f is set to 37.0mm, 43.9mm, and 55.0mm, the spacing D6 of the 1st lens group 10 and the 2nd lens group 20, the spacing D10 of the 2nd lens group 20 and the 3rd lens group 30, the spacing D13 of the 3rd lens group 30 and drawing, and the spacing D21 of the 4th lens group 40 and the 5th lens group 50 change, as shown in a table 4, respectively.

[0031]

[A table 4]

		焦 点 距 離 f		
		3 7. 0	4 3. 9	5 5. 0
面	D 6	1 5. 5 0 7	9. 7 8 2	4. 2 2 4
間	D 1 0	1 2. 7 2 6	9. 2 8 3	2. 0 0 0
隔	D 1 3	8. 8 6 0	1 4. 0 8 4	2 1. 8 8 3
	D 2 1	1. 0 0 0	4. 9 5 2	9. 9 9 7

[0032] the description value of a zoom lens 6 -- $f_a / f_{41} = 49.16 / (-30.86) ** -1.59$ -- it is -- conditional expression $-3.0 - < f_a / f_{41} < -1.2$ is filled.

[0033] Aberration drawing [in / for aberration drawing in the wide angle edge of a zoom lens 6 / a tele edge] is shown in drawing 7 and drawing 8 again at drawing 9 and drawing 10.

[0034] "3rd example" drawing 11 shows the example of the 3rd configuration of the zoom lens for projection of this invention, and the sign in drawing was used in common with the zoom lenses 5 and 6 shown in drawing 1 and drawing 6. With the zoom lens 7 of this 3rd example, it replaces with the negative lens 13 shown in zoom lenses 5 and 6, and the compound lens 17 which comes to join the meniscus-like positive lens 16 to which it has negative refractive power in the tail end, and both sides turned a concave negative lens 15 and a concave convex at the screen side is arranged from the screen side in the 1st lens group 10. Moreover, both sides are constituted for the 5th lens group 50 by only the convex positive lens 52.

[0035] The specification of the zoom lens 7 of the 3rd example is as follows.

[0036] $f = 38.0\text{mm}$ - 49.2mm $f_{41} = -38.11\text{mm}$ $f_a = 62.48\text{mm}$ $FNO = 2.0 - 2.4$ [0037] The lens data of a zoom lens 7 are shown in a table 5.

[0038]

[A table 5]

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 D	屈折率 N	アッペ数 ν
1	79.526	5.097	1.80420	46.5
2	-3479.390	0.200		
3	75.043	2.292	1.48749	70.4
4	22.126	13.577		
5	-37.742	2.500	1.48749	70.4
6	37.511	3.192	1.83400	37.3
7	101.146	可変		
8	76.246	5.612	1.80420	46.5
9	-44.424	0.191		
10	-40.259	1.200	1.84666	23.8
11	-89.366	可変		
12	116.597	4.944	1.71300	53.9
13	-31.579	1.200	1.60342	38.0
14	-275.839	可変		
15	絞り	5.103		
16	-34.237	2.846	1.62004	36.3
17	78.692	3.135		
18	-71.013	1.300	1.84666	23.8
19	176.249	6.716	1.60311	60.7
20	-42.232	0.200		
21	531.468	5.293	1.80420	46.5
22	-67.702	可変		
23	62.182	6.306	1.83400	37.3
24	-424.450	5.000		
25	∞	30.000	1.51680	64.2
26	∞	10.027		
27	像面			

[0039] Moreover, when a focal distance f is set to 38.0mm, 43.6mm, and 49.2mm, the spacing D7 of the 1st lens group 10 and the 2nd lens group 20, the spacing D11 of the 2nd lens group 20 and the 3rd lens group 30, the spacing D14 of the 3rd lens group 30 and drawing, and the spacing D22 of the 4th lens group 40 and the 5th lens group 50 change, as shown in a table 6, respectively.

[0040]

[A table 6]

		焦 点 距 離 f		
		3 8. 0	4 3. 6	4 9. 2
面	D 7	1 3. 7 6 4	8. 0 1 3	3. 5 0 0
間	D 1 1	1 1. 6 9 9	1 0. 3 8 3	8. 6 6 3
隔	D 1 4	7. 6 3 3	1 1. 3 7 8	1 5. 5 3 0
	D 2 2	1. 0 0 0	4. 3 2 3	6. 4 0 4

[0041] the description value of a zoom lens 7 -- $f_a / f_{41} = 62.48 / (-38.11) ** -1.64$ -- it is -- conditional expression -3.0 -- $f_a / f_{41} < -1.2$ is filled.

[0042] Aberration drawing [in / for aberration drawing in the wide angle edge of a zoom lens 7 / a tele edge] is shown in drawing 12 and drawing 13 at drawing 14 and drawing 15 .

[0043]

[Effect of the Invention] Since both the injection side of the 4th lens group and the plane of incidence of the 5th lens group are constituted in the shape of a convex as mentioned above according to the zoom lens of this invention, the variation of the beam-of-light include angle accompanying change of these spacings becomes small, and the aberration fluctuation accompanying variable power is suppressed. Moreover, by adjusting the focal distance of each lens which constitutes the 4th lens group, the balance of the forward refractive power in the 4th lens group and negative refractive power is maintained, fluctuation of the curvature of field accompanying variable power is suppressed, and the balance of many aberration is held at a good condition.

[0044] Moreover, fluctuation of the chromatic aberration of the scale factor of this 2nd lens group and comatic aberration are suppressed with constituting the 2nd lens group with two lenses. Furthermore, with constituting the 5th lens group most located in an image surface side with two or more positive lenses, the forward refractive power in the 5th lens group is distributed, and a curvature of field is eased.

[0045] Moreover, most, by the thing in the 4th lens group for which two or more negative lenses are arranged side by side to a screen side, the negative refractive power in the 4th lens group is distributed, and a curvature of field and spherical aberration are suppressed. Moreover, from the screen side in the 4th lens group, by arranging two or more positive lenses side by side to the tail end, the forward refractive power in the 4th lens group is distributed, and a curvature of field is stopped.

[Translation done.]

***.NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS**[Claim(s)]**

[Claim 1] In order [side / screen], the 1st lens group of negative refractive power, the 2nd lens group of forward refractive power, In case it consists of 5 group formats of the 3rd lens group of forward refractive power, the 4th lens group of negative refractive power, and the 5th lens group of forward refractive power and variable power is performed toward a tele edge side from wide angle one end In the zoom lens for projection to which said 1st lens group and the 5th lens group are fixed to, and said 2nd lens group, the 3rd lens group, and the 4th lens group are relatively moved on an optical axis The negative lens with which said 4th lens group turned the concave surface to the screen side in order [side / screen], The zoom lens for projection characterized by consisting of a compound lens which comes to join the negative lens which turned the concave surface to the screen side, and the positive lens which turned the convex to the image surface side, and a positive lens which turned the convex to the image surface side.

[Claim 2] the focal distance of the negative lens in said 4th lens group arranged most at a screen side -- f41 and the synthetic focal distance of said compound lens and positive lens -- fa ** -- the time of carrying out $-3.0 < fa / f41 < -1.2$ -- zoom lens for projection according to claim 1 characterized by fulfilling conditions.

[Claim 3] Said 2nd lens group is a zoom lens for projection according to claim 1 or 2 characterized by becoming order from a positive lens and a negative lens from a screen side.

[Claim 4] Said 5th lens group is a zoom lens for projection according to claim 1 to 3 characterized by being constituted with two or more positive lenses.

[Claim 5] The zoom lens for projection according to claim 1 to 4 most characterized by the thing in said 4th lens group for which two or more negative lenses arrange and are arranged at a screen side.

[Claim 6] The zoom lens for projection according to claim 1 to 5 characterized by for two or more positive lenses arranging to the tail end, and arranging them from the screen side in said 4th lens group in it.

[Translation done.]

***.NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] It is the lens block diagram showing the 1st example of the zoom lens for projection of this invention.

[Drawing 2] It is aberration drawing in the wide angle edge of the zoom lens shown in drawing 1 , and (B) carries out astigmatism and, as for (C), (A) is carrying out the table of the distortion aberration for spherical aberration, respectively.

[Drawing 3] It is transverse aberration drawing in the wide angle edge of the zoom lens shown in drawing 1 , and (A) is carrying out the table of the aberration [in / for aberration / in / for aberration / in / for aberration / in / for the aberration in the image quantity ratio 1.00 / in (B) / the image quantity ratio 0.90 / in (C) / the image quantity ratio 0.70 / in (D) / the image quantity ratio 0.50 / in (E) / the image quantity ratio 0.00], respectively.

[Drawing 4] It is aberration drawing in the tele edge of the zoom lens shown in drawing 1 , and (B) carries out astigmatism and, as for (C), (A) is carrying out the table of the distortion aberration for spherical aberration, respectively.

[Drawing 5] It is transverse aberration drawing in the tele edge of the zoom lens shown in drawing 1 , and (A) is carrying out the table of the aberration [in / for aberration / in / for aberration / in / for aberration / in / for the aberration in the image quantity ratio 1.00 / in (B) / the image quantity ratio 0.90 / in (C) / the image quantity ratio 0.70 / in (D) / the image quantity ratio 0.50 / in (E) / the image quantity ratio 0.00], respectively.

[Drawing 6] It is the lens block diagram showing the 2nd example of the zoom lens for projection of this invention.

[Drawing 7] It is aberration drawing in the wide angle edge of the zoom lens shown in drawing 6 .

[Drawing 8] It is transverse aberration drawing in the wide angle edge of the zoom lens shown in drawing 6 .

[Drawing 9] It is aberration drawing in the tele edge of the zoom lens shown in drawing 6 .

[Drawing 10] It is transverse aberration drawing in the tele edge of the zoom lens shown in drawing 6 .

[Drawing 11] It is the lens block diagram showing the 3rd example of the zoom lens for projection of this invention.

[Drawing 12] It is aberration drawing in the wide angle edge of the zoom lens shown in drawing 11 .

[Drawing 13] It is transverse aberration drawing in the wide angle edge of the zoom lens shown in drawing 11 .

[Drawing 14] It is aberration drawing in the tele edge of the zoom lens shown in drawing 11 .

[Drawing 15] It is transverse aberration drawing in the tele edge of the zoom lens shown in drawing 11 .

[Drawing 16] It is the lens block diagram showing the zoom lens for projection of 5 conventional group formats.

[Description of Notations]

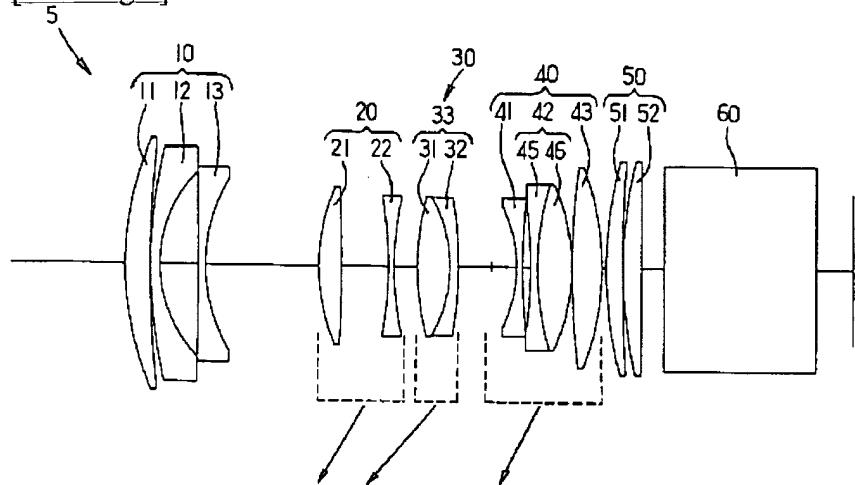
5, 6, 7, 70 Zoom lens
 10 71 The 1st lens group
 20 72 The 2nd lens group
 30 73 The 3rd lens group
 40 74 The 4th lens group
 50 75 The 5th lens group
 60 76 Parallel glass

[Translation done.]

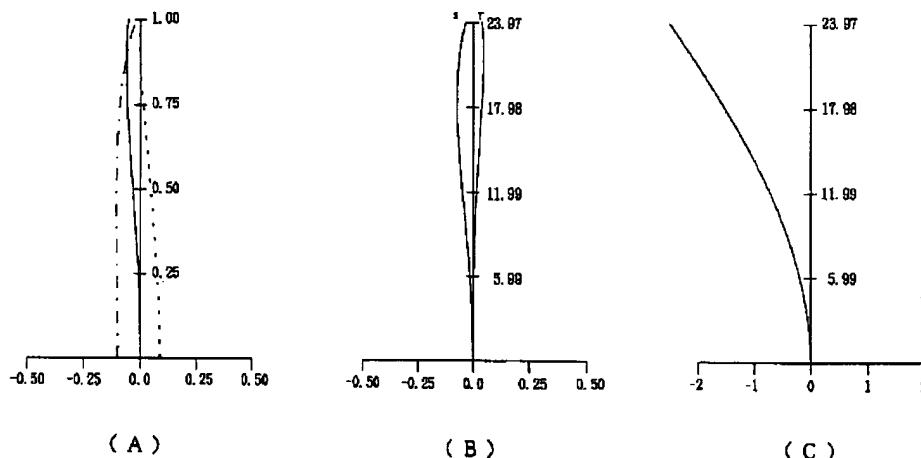
***.NOTICES ***

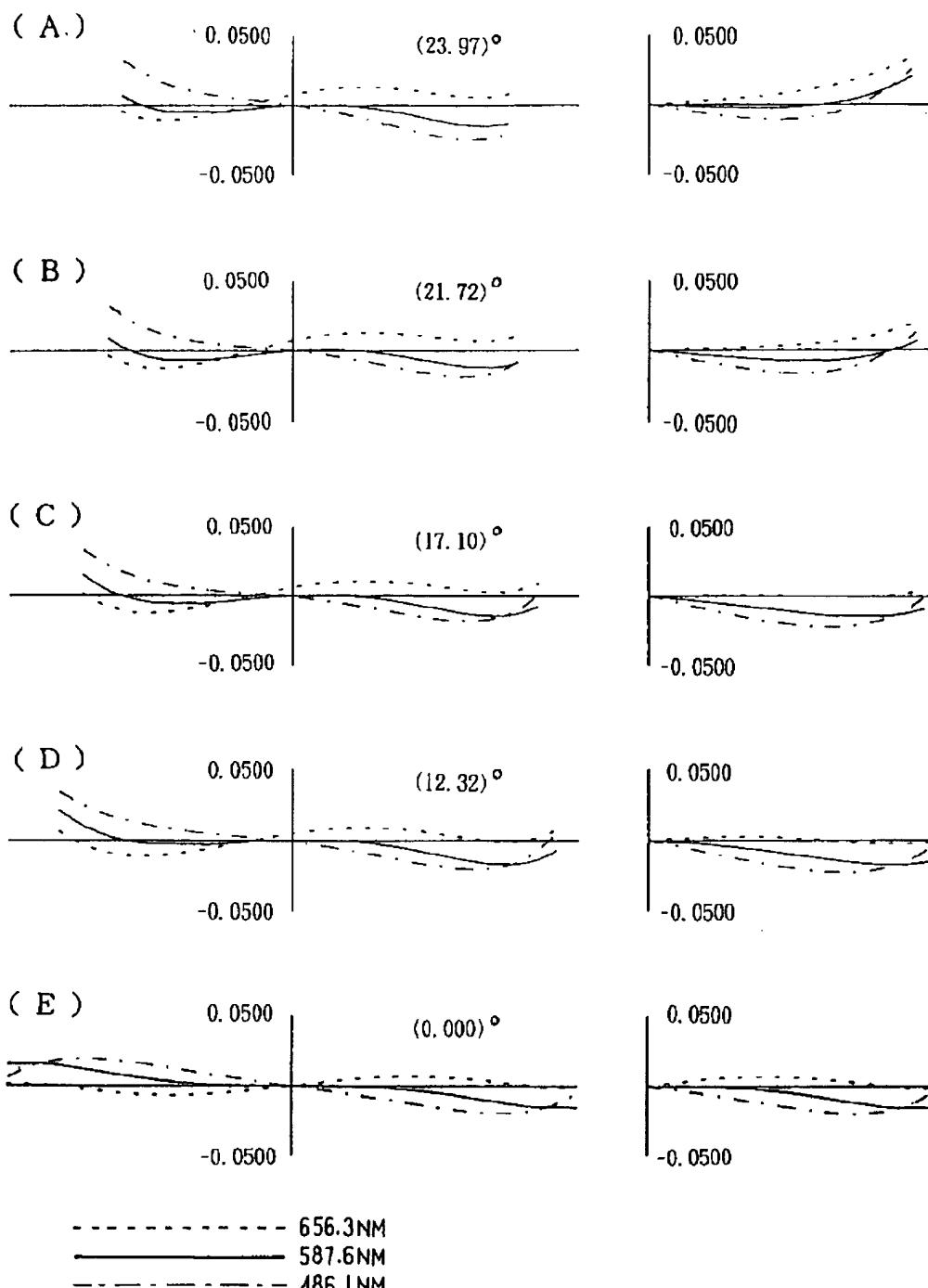
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS**[Drawing 1]****[Drawing 2]**

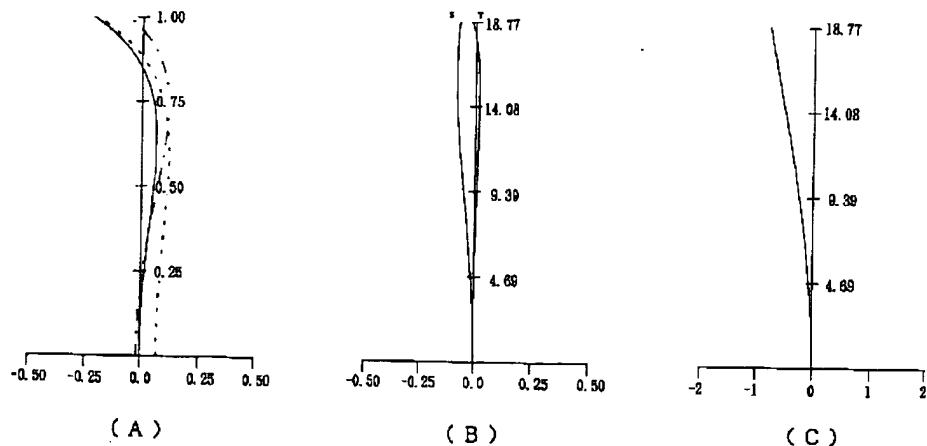
- - - - - 656.3 NM
 - - - - - 587.6 NM
 - - - - - 486.1 NM

**[Drawing 3]**

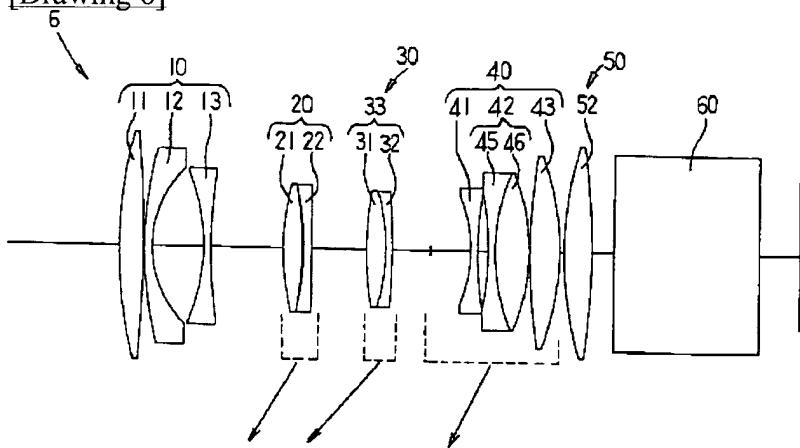


[Drawing 4]

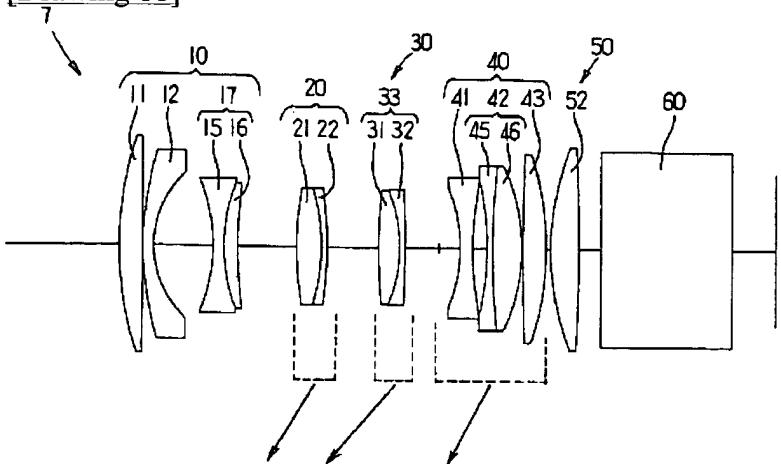
- - - - - 656.3 NM
 - - - - - 587.6 NM
 - - - - - 486.1 NM



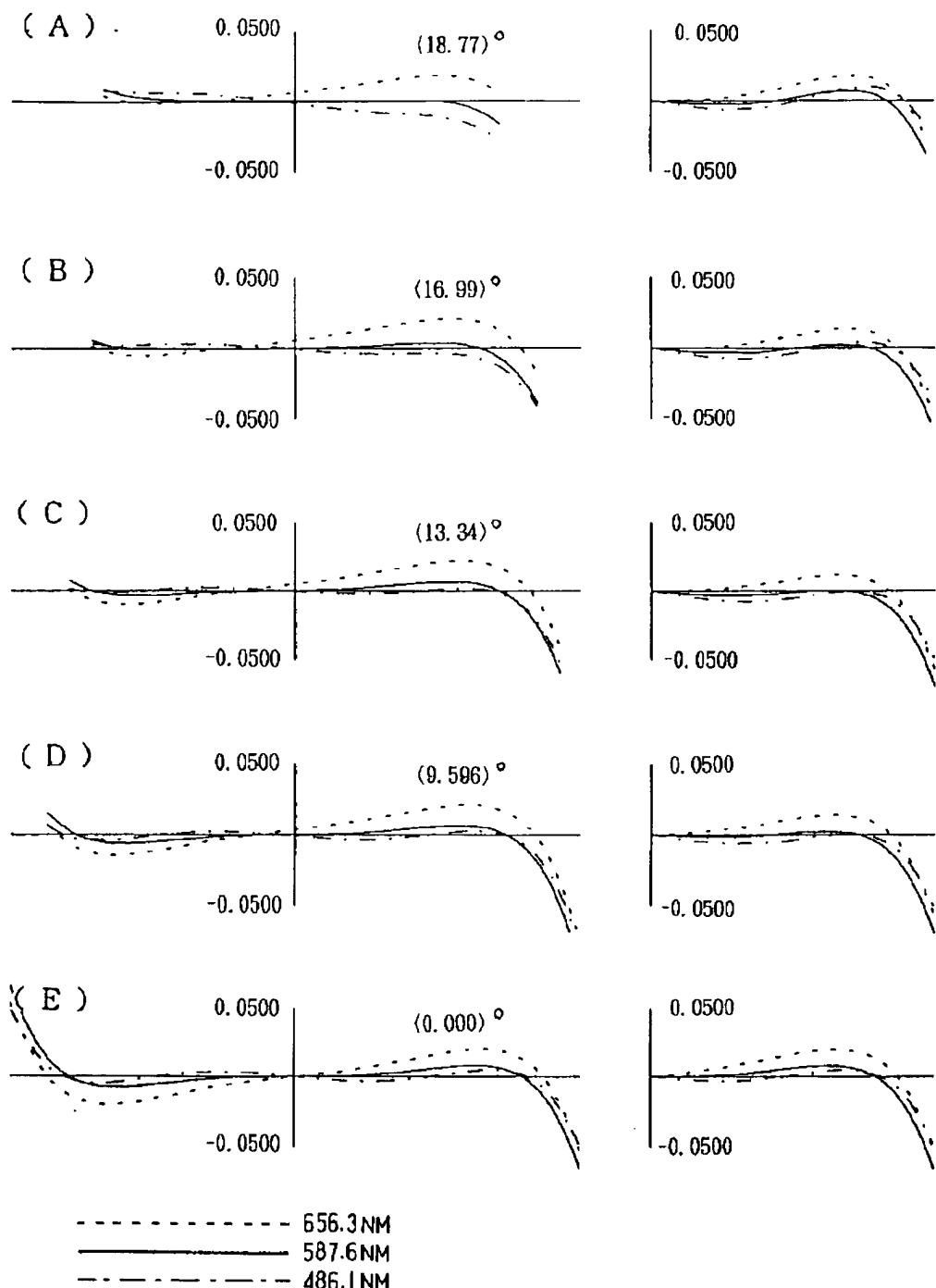
[Drawing 6]



[Drawing 11]

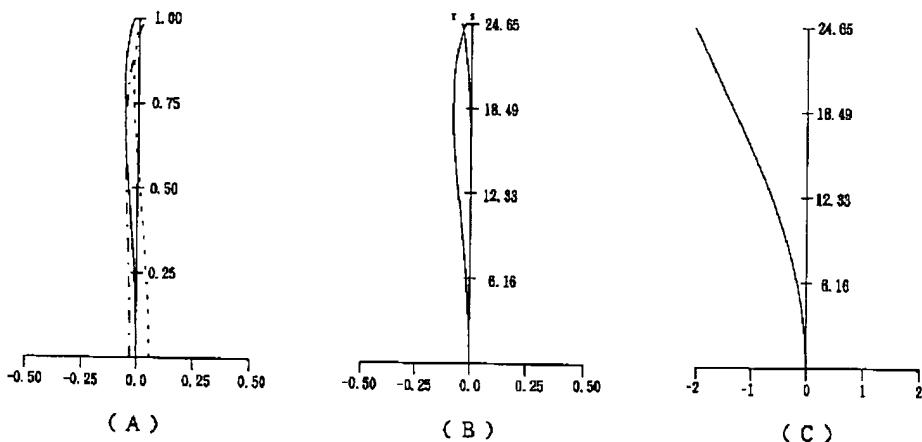


[Drawing 5]



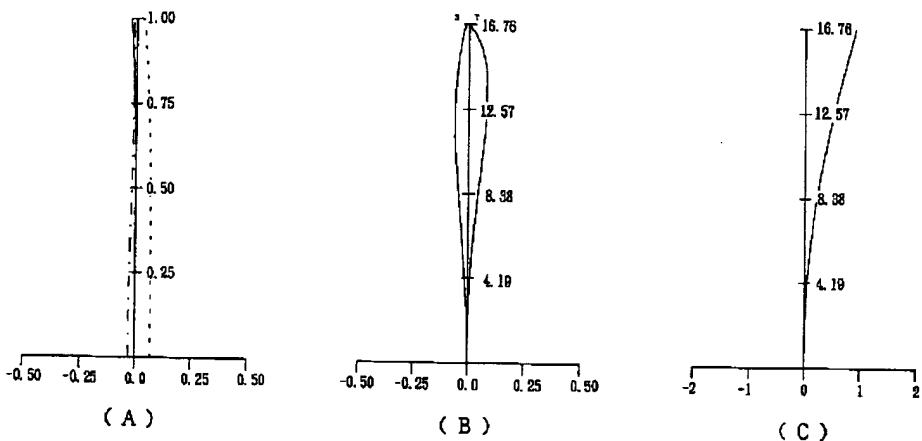
[Drawing 7]

- - - - - 656.3 NM
 - - - - - 587.6 NM
 - - - - - 486.1 NM

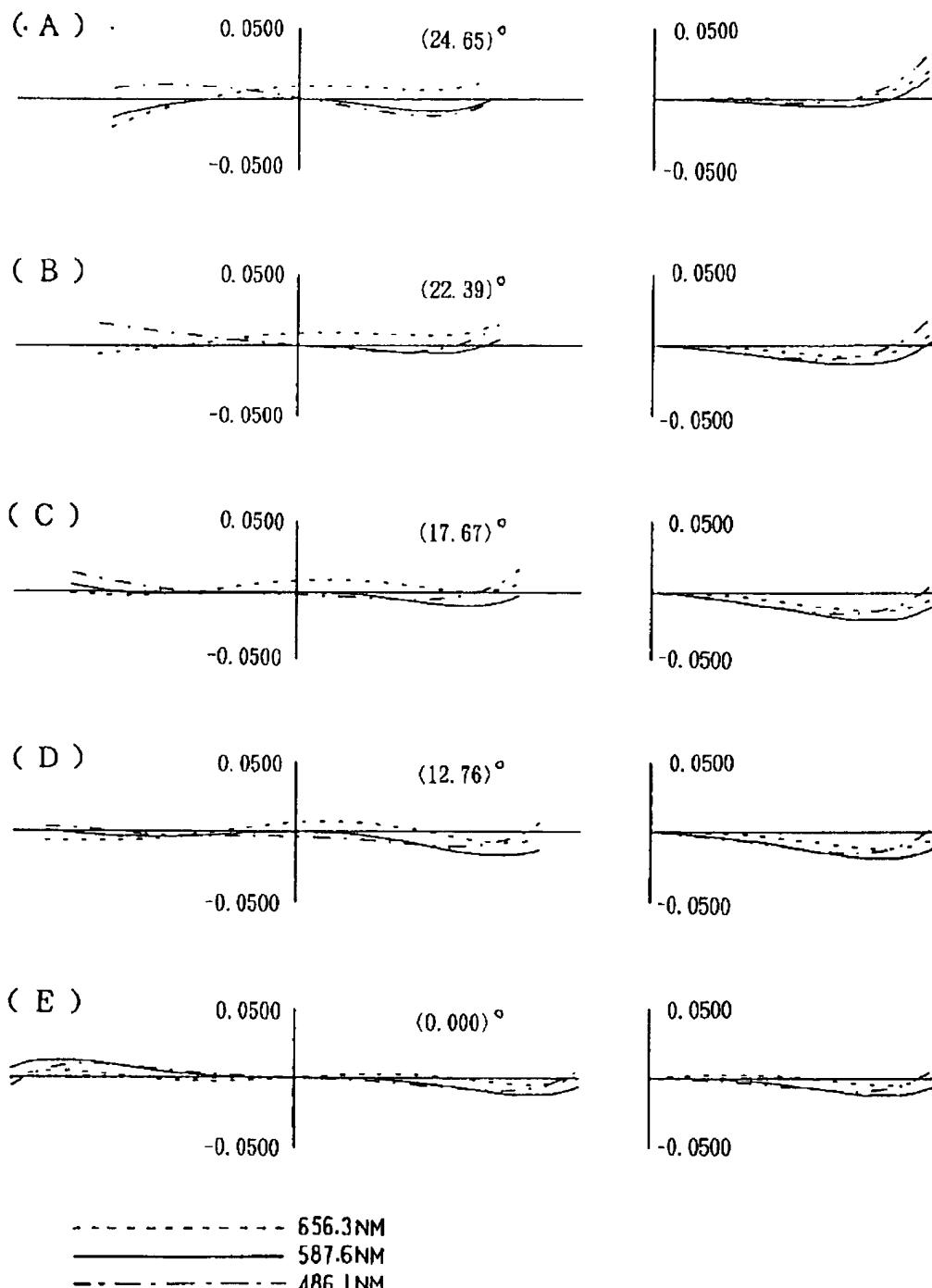


[Drawing 9]

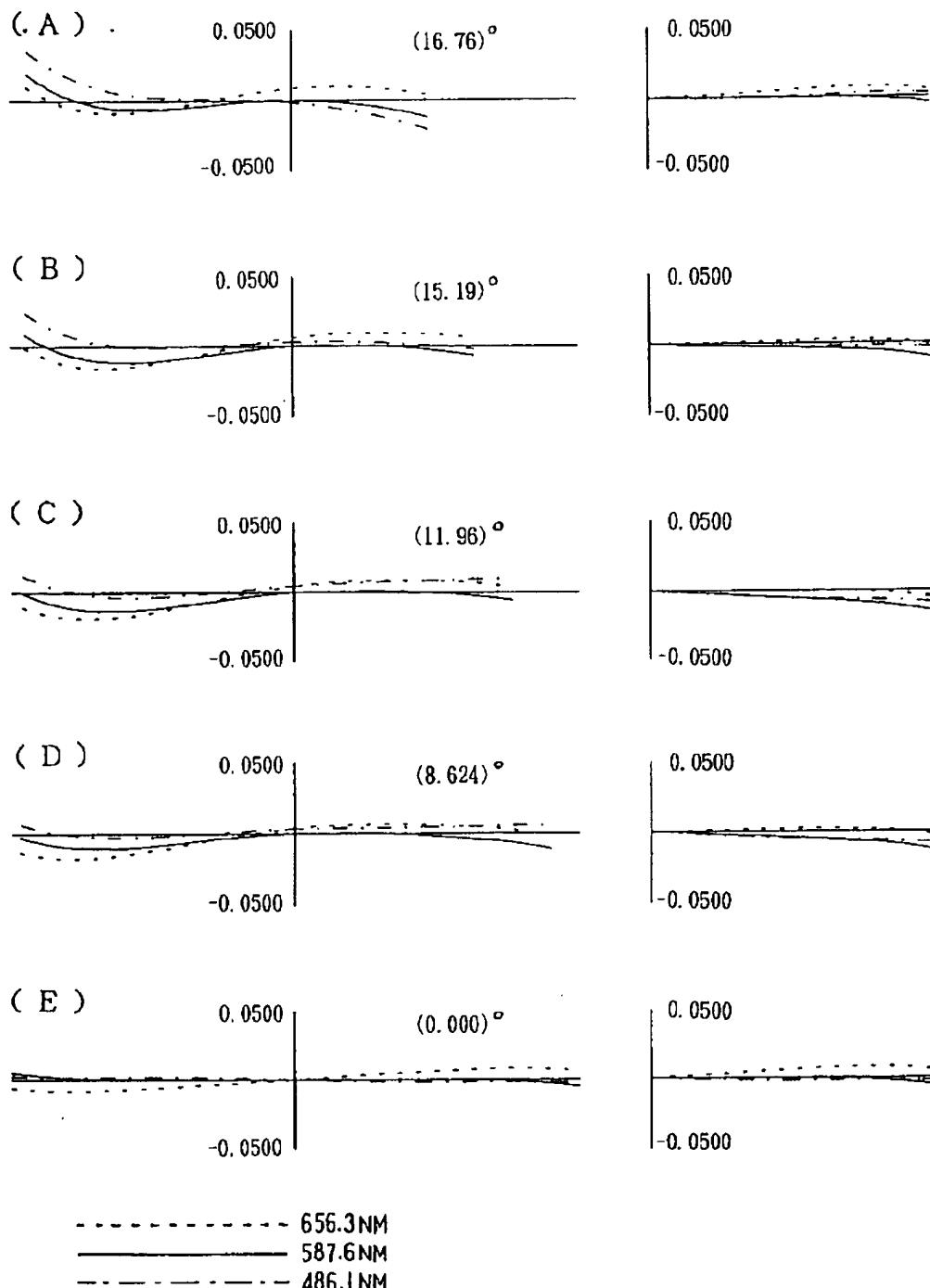
- - - - - 656.3 NM
 - - - - - 587.6 NM
 - - - - - 486.1 NM



[Drawing 8]

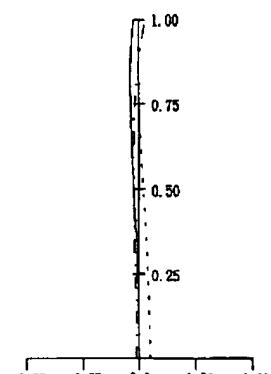


[Drawing 10]

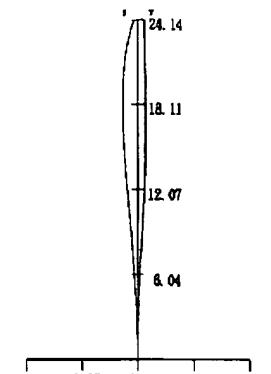


[Drawing 12]

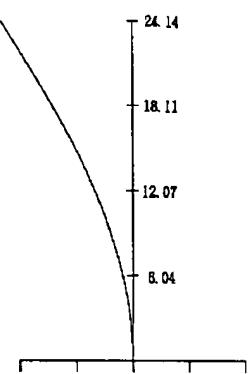
- - - - - 656.3 NM
 - - - - - 587.6 NM
 - - - - - 486.1 NM



(A)



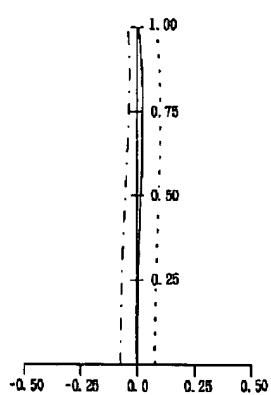
(B)



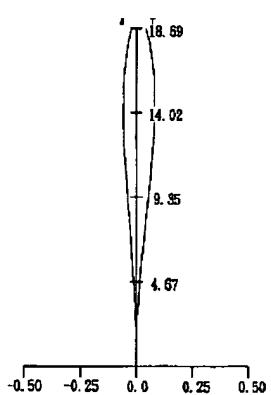
(C)

[Drawing 14]

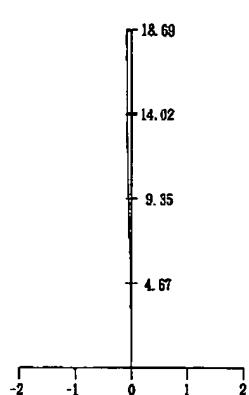
- - - - - 656.3 NM
 - - - - - 587.6 NM
 - - - - - 486.1 NM



(A)

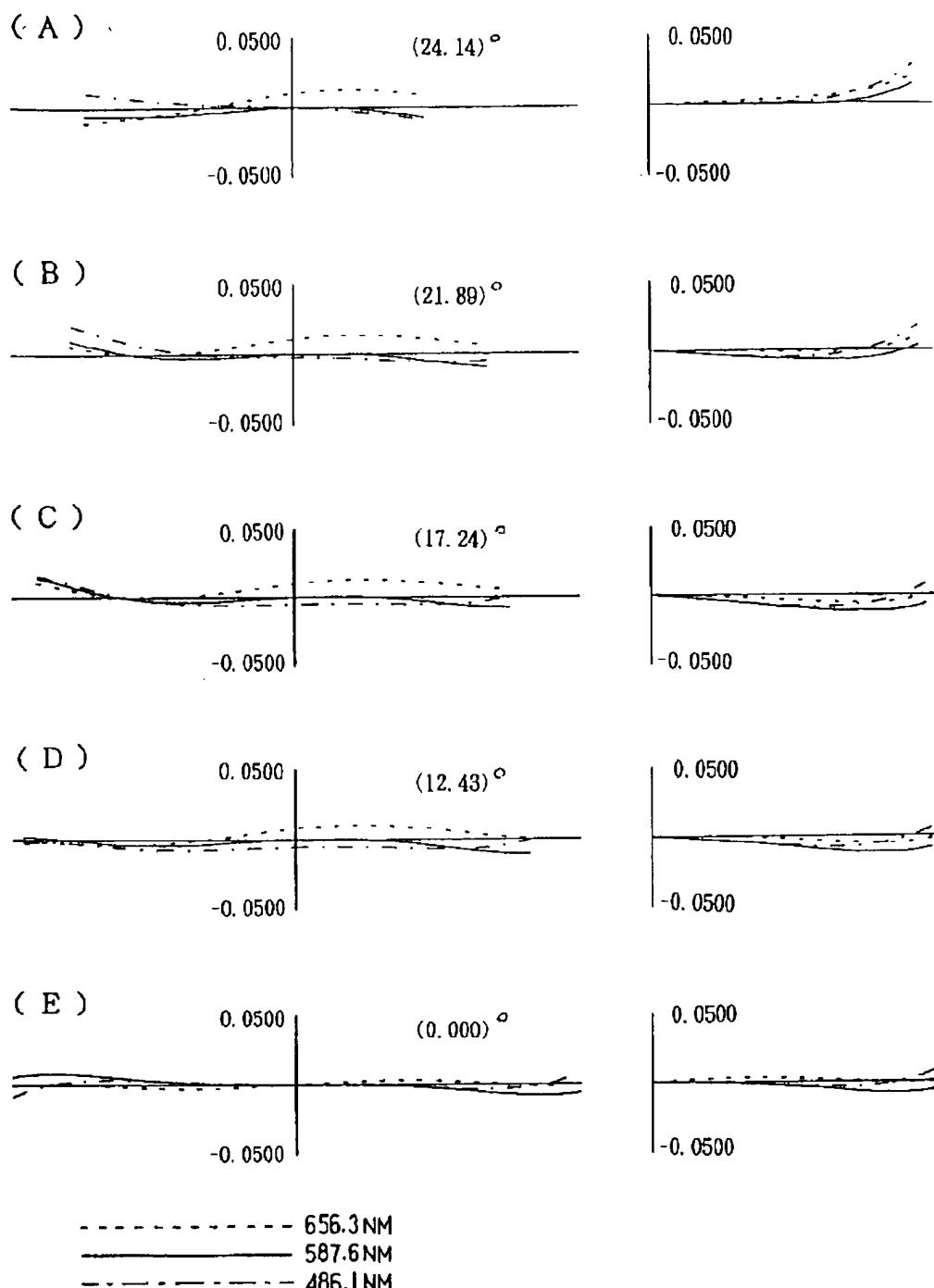


(B)

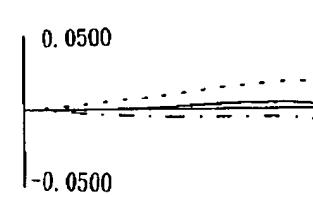
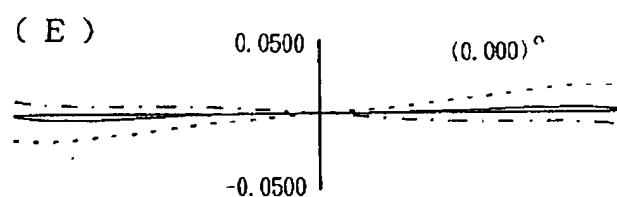
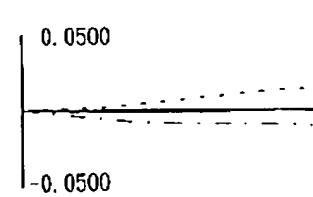
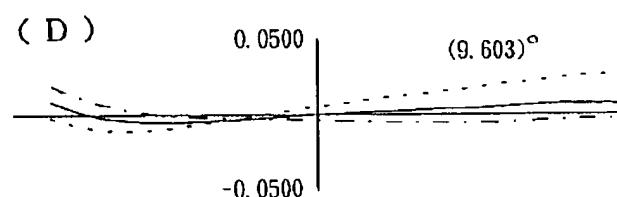
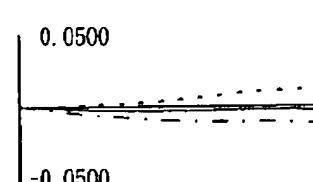
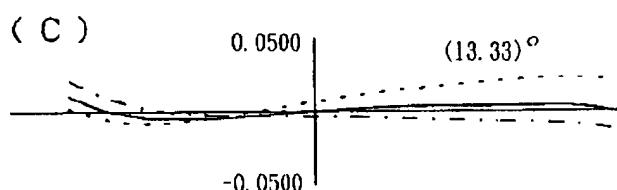
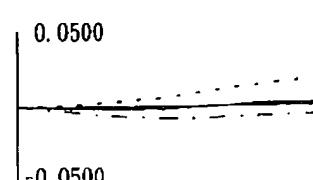
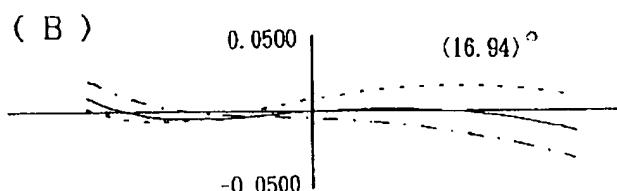
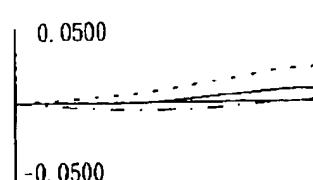
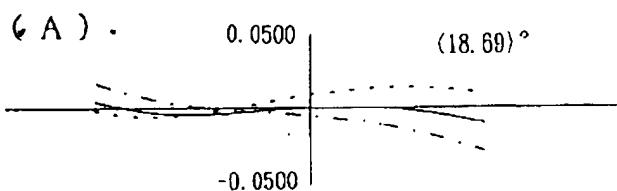


(C)

[Drawing 13]

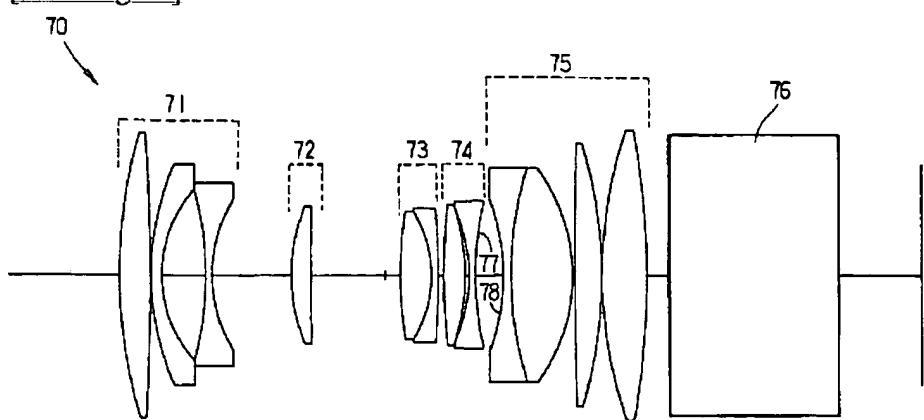


[Drawing 15]



----- 656.3NM
 ----- 587.6NM
 ----- 486.1NM

[Drawing 16]



[Translation done.]